

Я.Якунін

# Хімія

рівень стандарту

11

клас

Я.Якунін	<b>Хімія</b> рівень стандарту
<b>11</b>	<b>клас</b>

**Підручник**  
для загальноосвітніх навчальних закладів

**Рекомендовано**  
Міністерством освіти і науки України

Київ  
2013

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(наказ № 235 від 16 березня 2011 р.)*

**Якунін Я.Ю.**

**Я49** Хімія: 11 кл.: Підручник для загальноосвіт. навч. закл.- К.: ТОВ «НВП  
«Інтерсервіс», 2013.- 176 с.:іл..

Підручник "Хімія 11 клас (рівень стандарту)" підготовлено згідно програми з хімії для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів рівня стандарту. Навчальний матеріал теми "Органічні сполуки" розподілено між трьома розділами: теоретичні основи органічної хімії, використання природних і синтетичних органічних речовин, здоров'я людини і хімічна безпека. Блоки навчальної інформації містять рубрики з викладенням основного програмного матеріалу; додаткового навчального матеріалу ("Теоретичне занурення"); яскравими прикладами та історичними фактами ("Цікаві подробиці"); розрахунковими завданнями і питаннями для обговорення і самоконтролю. Така структура підручника допоможе учням у розширенні їхнього світогляду і зрозумінні значення органічних речовин у різноманітних аспектах життєдіяльності людини. Підручник містить детальне описання лабораторних дослідів, що згруповані у 9 лабораторних і 1 практичну роботу. У додатках до підручника надано довідкові матеріали про потенційно небезпечні компоненти засобів побутової хімії, про харчові добавки, про склад деяких розчинників лаків та фарб. Така інформація стане у пригоді не тільки під час виконання лабораторних дослідів, але і у повсякденному житті. Зручність у використанні підручника забезпечують детальний зміст на початку книги і предметний покажчик наприкінці.

З відгуками та пропозиціями можна звернутись до автора за адресою [yaau@mail.ru](mailto:yaau@mail.ru).

## *До учнів*

Менш ніж через рік ви вийдете у відкритий простір життя. Це буде ваш перший важливий крок від сприйняття себе як частинки колективу, в якому ви порівнювали себе з іншими, до часів, коли ви почнете будувати свою власну долю і рівнятиметеся тільки на себе. На сторінках цього підручника ви побачите багато прізвищ людей, які увійшли у історію завдяки наполегливій праці і відданості обраній справі. Якщо ви поцікавитесь подробицями їхньої долі, то дізнаєтеся, як непросто прокладає свій шлях у життя істина і якої мужності потребує людина, котра відстоює власну принципову позицію. Ви дізнаєтеся, як розвивалася хімічна наукова думка і яких зусиль було докладено для того, щоб сьогодні ми могли користуватися її плодами, сприймаючи це як щось природне і самим собою зрозуміле.

Узагальнюючи знання з органічної хімії, ви подивитеся на них під новим кутом зору, бо органічна хімія – це не просто абстрактна наука. Це наука про саме життя. Але вона не тільки про життя, а й про загрозу життю, що виникає через неправильне, невміле або необачне використання досягнень людського розуму. Як правильно поводитися, щоб здобутки хімічної науки не загрожували здоров'ю і самому існуванню людини? Як зберегти довкілля для майбутніх поколінь? Як зробити досягнення людства своїми помічниками? Відповіді на ці запитання починаються з розуміння будови навколишнього світу, законів природи, що їх розкривають природничі науки: біологія, хімія, фізика. Всі ці науки колись вийшли з філософії і до певного часу розвивалися окремо. А потім розпочався процес їх об'єднання в межах біохімії, біофізики, фізичної хімії. І ці історичні зміни дивним чином нагадують перетворення, що відбуваються з живою і неживою матерією, – процеси асиміляції та дисиміляції, з'єднання та роз'єднання атомів, утворення та розклад хімічних елементів і речовин.

Питання, що розглядаються в підручнику «Органічна хімія», присвячені основам теоретичної хімії, хімічного виробництва, охорони навколишнього середовища – тому, що забезпечує людині високий і безпечний рівень життя. Ви ознайомитеся із сучасними синтетичними матеріалами, побутовими хімікатами, лікарськими препаратами, харчовими добавками і ще багатьма речами, з якими ми стикаємося щодня.

Пропоновані завдання допоможуть зрозуміти фактичний матеріал; питання для обговорення, уможливають не тільки опрацювання матеріалу, а й висловлювання власної думки. Цікаві подробиці з історії хімії і життя вчених розкриють яскраві приклади складного і водночас іронічного шляху до наукового відкриття, а додаткові факти дадуть змогу вам зануритися у світ органічної хімії і відчутти її глибину і фундаментальність.

Впевнений, що здобуті знання розширять ваш кругозір і допоможуть знайти відповіді на різноманітні запитання, що ставить перед нами наше невпинне життя, а від шкільного предмету, який називається хімія, у вас залишаться тільки приємні враження.

*З побажанням успіхів*

*Автор*

# З М І С Т

## РОЗДІЛ 1

<b>ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ .....</b>	<b>6</b>
1. ФОРМИ НАУКОВОГО ЗНАННЯ .....	7
2. ТЕОРІЯ ХІМІЧНОЇ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК О. М. БУТЛЕРОВА.....	12
3. ЯВИЩЕ ІЗОМЕРІЇ. СТРУКТУРНА ІЗОМЕРІЯ .....	17
<i>Лабораторна робота № 1. Виготовлення моделей молекул парафінів</i> <i>(алканів) .....</i>	<i>21</i>
4. НОМЕНКЛАТУРА НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ .....	22
5. БАГАТОМАНІТНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ .....	30
Похідні води (H-O-H).....	30
<i>Спирти (R-O-H) .....</i>	<i>30</i>
<i>Етери (R-O-R).....</i>	<i>35</i>
Похідні амоніаку (H-NH <sub>2</sub> ) .....	37
<i>Аміни (R-NH<sub>2</sub>; R<sub>2</sub>NH; R<sub>3</sub>N).....</i>	<i>37</i>
АНАЛОГИ КАРБОНАТНОЇ КИСЛОТИ (HO-COO-H) .....	39
<i>Карбонові кислоти (R-COO-H).....</i>	<i>39</i>
<i>Естери (R-COO-R<sup>1</sup>) .....</i>	<i>42</i>
6. ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ В ЖИВІЙ ПРИРОДІ. РІВНІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН .....	45

## РОЗДІЛ 2

<b>ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ І СИНТЕТИЧНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН .....</b>	<b>50</b>
7. ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.....	51
<i>Лабораторна робота. 2. Ознайомлення зі зразками продуктів</i> <i>нафтопереробки .....</i>	<i>56</i>
8. ОСНОВНІ ВИДИ ПАЛИВА ТА ЇХНЄ ЗНАЧЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ КРАЇНИ.....	60
<i>Лабораторна робота 3. Ознайомлення зі зразками продуктів коксування</i> <i>вугілля та різних видів палива .....</i>	<i>63</i>
9. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ЗАБРУДНЕНЬ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ОТРИМАНИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ .....	64
10. СИНТЕЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК РІЗНИХ КЛАСІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ .....	67
11. ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ЯК ОСНОВА СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	72
ПЛАСТМАСИ.....	72
<i>Лабораторна робота 4. Ознайомлення зі зразками пластмас .....</i>	<i>77</i>
СИНТЕТИЧНІ КАУЧУКИ ТА ГУМА.....	78
<i>Лабораторна робота 5. Ознайомлення зі зразками каучуків .....</i>	<i>81</i>

ОРГАНІЧНІ ВОЛОКНА .....	82
<i>Штучні волокна</i> .....	86
<i>Синтетичні волокна</i> .....	91
<i>Лабораторна робота 6. Ознайомлення зі зразками натуральних, штучних і синтетичних волокон</i> .....	94

### РОЗДІЛ 3

<b>ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ Й ХІМІЧНА БЕЗПЕКА.....</b>	<b>98</b>
12. ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ Й ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	99
ЖИРИ І БІЛКИ ЯК КОМПОНЕНТИ ЇЖІ ТА ЇХНЯ РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ. ....	99
ВУГЛЕВОДИ І ВІТАМІНИ ЯК КОМПОНЕНТИ ЇЖІ ТА ЇХНЯ РОЛЬ В ОРГАНІЗМІ .....	104
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ. Е-ЧИСЛА.....	111
<i>Лабораторна робота 7. Ознайомлення зі змістом етикеток до харчових продуктів</i> .....	114
13. ПОНЯТТЯ ПРО СИНТЕТИЧНІ ЛІКАРСЬКІ ПРЕПАРАТИ.....	115
14. ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ ВЖИВАННЯ АЛКОГОЛЮ, НАРКОТИЧНИХ РЕЧОВИН, ТЮТЮНОКУРІННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ .....	119
15. ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ В ПОБУТІ .....	128
ПОНЯТТЯ ПРО ПОБУТОВІ ХІМІКАТИ. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ХІМІКАТАМИ.....	128
ДІЮЧІ РЕЧОВИНИ ЗАСОБІВ ПОБУТОВОЇ ХІМІЇ.....	133
<i>Лабораторна робота 8. Ознайомлення зі змістом інструкцій до товарів побутової хімії</i> .....	139
ДОПОМІЖНІ РЕЧОВИНИ В ЗАСОБАХ ПОБУТОВОЇ ХІМІЇ. БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ Й ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА. ....	140
<i>Лабораторна робота 9. Порівняння властивостей мила й синтетичних мийних засобів</i> .....	145
16. ОРГАНІЧНІ РОЗЧИННИКИ ТА ЇХ БЕЗПЕЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ.....	146
<i>Практична робота «Видалення забруднень з поверхні тканини»</i> .....	151
Відповіді до завдань.....	154
Додатки.....	156
1. Перелік незамінних амінокислот.....	156
2. Деякі потенційно небезпечні компоненти побутової хімії.....	158
3. Система маркування пластмас, що придатні до повторної переробки... ..	160
4. Деякі харчові добавки та їх шкідлива дія на організм людини.....	161
5. Склад деяких розчинників лаків і фарб.....	168
6. Комп'ютерний інструментарій та інформаційні ресурси для тих, хто вивчає хімію .....	170
Предметний покажчик.....	173

## Розділ 1

### Теоретичні основи органічної хімії

**Гіпотези – це ліси, які зводять перед будівлею  
і зносять, коли будівля готова.**

*Йоганн Вольфганг Ґете*

**Прогрес полягає не в заміні невірної теорії  
на вірну, а в заміні одної невірної теорії  
на іншу невірну, але уточнену.**

*Стівен Хокінг*

**Якщо теорія все пояснює,  
вона нікуди не годиться.**

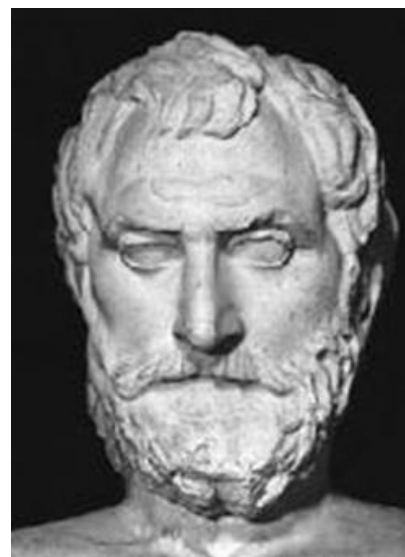
*Лев Ландау*

## 1. Форми наукового знання

### Закладення основ наукової думки.

Протягом усієї своєї історії людство намагалося зрозуміти устрій світу, дізнатися про виникнення життя і осягнути його сенс. Перші відомості про погляди і припущення людей з цього приводу дійшли до нас у вигляді епосів та праць стародавніх філософів. У своїх дослідженнях вони спиралися на власні спостереження та чуттєве сприйняття світу. Тому їхні вчення про будову та природу речей різнилися між собою і часто суперечили одне одному. Але саме вони заклали первинні основи наукової думки і стали прабатьками розвинутих нині методологічних підходів до вивчення природи і соціуму.

Для сучасного розуміння будови матеріального світу особливо важливими є погляди давньогрецьких атомістів Левкіппа і його учня Демокріта, що дійшли до нас завдяки записам Діогена Лаертського. Вони висунули основні принципи атомістичної філософії: *«Усі речі, що існують, є результатом з'єднання незчисленних за кількістю і формами атомів, що перебувають у постійному русі. Існують тільки атоми і порожнеча, в якій вони рухаються. Атоми є причиною речей, що виникають або щезають унаслідок їхнього з'єднання чи роз'єднання. Атом слід розуміти як незмінну, неделиму частинку світу, котра ніколи не знищується. Світи безкінечні, постійно відбувається їх виникнення і руйнування. Вони з'являються завдяки з'єднанню атомів, що несуться Всесвітом, утворюючи всі складні речі. Наш світ не єдиний у Всесвіті й відрізняється від інших світів лише тим, що перебуває в періоді розквіту»*. Особливо цікавим для хіміків є пояснення цими філософами виникнення нової матерії: *«шляхом зіткнення і з'єднання атомів»*. Справа в тому, що ця інтуїтивна теорія повністю відповідає сучасним загальним уявленням про механізми хімічних реакцій.



**Левкіпп**  
(бл. 500 – 400 до н. е)

Автор праць  
«Великий діакосмос» і  
«Про розум»



**Демокріт**  
(бл. 470 чи 460 – бл. 380  
чи 370 до н. е)

Учений енциклопедист.  
За цитуваннями давніх  
філософів, є автором  
понад 70 праць



**Форми наукового знання і їх взаємозв'язок.** В основі сучасного наукового знання людства лежать принципи *об'єктивності* та *універсальності*. Об'єктивність наукових знань передбачає збіг думок більшості вчених з досліджуваного питання, а універсальність уможливлює застосування наукового знання для одержання відомостей про ще невивчені об'єкти. Таким чином, наукове знання у своєму розвитку проходить кілька етапів.

- **Науковий факт** – це знання про окремий предмет, отримані експериментальним (практичним) шляхом і перевірені на достовірність. Зазвичай така перевірка полягає в багаторазовому повторенні експерименту та узагальненні отриманих даних.
- **Проблема** – це форма знання, що містить невирішені питання. Найчастіше проблема виникає тоді, коли з'являються нові наукові факти, котрі суперечать уже відомим формам знання.
- **Гіпотеза** – це можливе розв'язання наукової проблеми, яке потребує перевірки, в результаті якої гіпотеза або підтвердиться, або ні. Тому інколи гіпотезу називають умовним знанням.
- **Теорія** – є вищою формою наукового знання, яка об'єднує і пояснює всі наукові факти і слугує основою для здобуття нових знань.

Загальний принцип розвитку наукової теорії можна представити як поступове сходження від узагальнених наукових фактів, на підставі яких формулюється первинна гіпотеза, до удосконаленої гіпотези, що підтверджується фактами (схема 1).

Схема 1  
Розвиток наукової теорії



Виникненню наукової теорії передуює тривалий період накопичення фактичного матеріалу, що складається з результатів одиничних експериментів і спостережень. Цей матеріал збирають, узагальнюють і після експериментальної перевірки визнають науковим фактом.

Наукові факти дослідники аналізують, узагальнюють і на їх основі будують гіпотезу – теоретичне логічне пояснення встановлених фактів. Гіпотеза необхідна для того, щоб теоретично передбачити поведінку недостатньо вивчених об'єктів. Гіпотеза існує доти, доки не з'являється нові наукові факти, що їй суперечать. Це протиріччя і називається науковою проблемою. Розв'язування наукової проблеми приводить або до вдосконалення гіпотези, або до її відкидання і виникнення нової гіпотези. Цей процес природного розвитку наукового знання триває до того часу, поки абсолютна більшість знову встановлених наукових фактів уже не суперечать, а навпаки, підтверджують існуючу гіпотезу. У цьому випадку гіпотеза може трансформуватися в наукову теорію.

**Наукові поняття і термінологія.** Важливим моментом розвитку теорії є формування понять і наукової термінології. Розрізняють поняття в широкому сенсі й наукові поняття. Перші формально виокремлюють загальні (подібні) ознаки предметів і явищ, закріплюючи їх у словах. *Наукові поняття* відображають істотні й необхідні ознаки предмета чи явища, а слова і знаки (формули), що їх виражають, є *науковими термінами*. Наукові поняття мають властивість змінюватися в процесі розвитку науки.

Наприклад, поняття *матерія* (від лат. *material* – речовина) спочатку означало просто речовину. У міру того, як змінювалися знання людини про навколишній світ, поняття про матерію трансформувалося. Відкриття різних видів полів навколо предметів, а згодом і їх існування не тільки навколо предметів, внесло значні зміни до уявлення людства про матерію. Початкове утилітарне поняття *матерії* трансформувалося в ширше філософське значення «об'єктивної реальності» й сьогодні вживається для позначення не тільки речовини, а й поля, характеризуючи їх у просторі й часі.

Уперше поняття про органічну хімію та органічні речовини ввів шведський учений Й. Берцеліус у своєму підручнику з хімії (1827). На його переконання «в живій природі елементи підкоряються іншим законами, ніж у неживій», тобто



**Йєнс Якоб Берцеліус**  
(1779 – 1848)

Шведський хімік, увів у науку поняття «органічна хімія»

органічні речовини не можуть утворюватися за тими самими фізико-хімічними принципами, що й неорганічні. Він уважав, що для цього потрібні особливі «життєві сили». І органічну хімію Й. Берцеліус визначив як хімію перетворень рослинних і тваринних речовин. З погляду сучасного розуміння органічної хімії, Й. Берцеліус помилявся, але його інтуїтивні здогадки про «життєві сили» живих організмів не так й далекі від істини. Навіть сьогодні за сучасного рівня розвитку лабораторних технологій людина не в змозі відтворити всі ті складні біохімічні процеси й перетворення, що відбуваються всередині єдиної клітини за допомогою ферментів у водному середовищі.

**Особливості органічних речовин.** Вивчаючи теоретичні основи органічної хімії, треба звертати увагу на той факт, що органічні речовини мають ряд особливостей порівняно з неорганічними.

- Кількість органічних речовин набагато перевищує кількість неорганічних, яких відомо близько 100 тисяч, а органічних – понад 20 млн., і їхня кількість весь час збільшується. У пошуках нових матеріалів, лікарських препаратів, харчових добавок і хімічних побутових засобів людина синтезує штучні органічні речовини.
- Органічні речовини менш стійкі. Під час нагрівання вони можуть трансформуватися й розкладатися на інші речовини. Більшість із органічних речовин можуть горіти.
- Хімічні реакції між органічними речовинами зазвичай відбуваються повільніше.
- Органічні речовини можна об'єднати в групи (гомологічні ряди), сформовані подібними за своїм складом і властивостями сполуками. До речі, це одне з пояснень кількісної переваги органічних речовин над неорганічними.
- Для органічних речовин характерне явище ізомерії.
- Органічні речовини є основою будови живих організмів і обміну речовин в них.



### **Теоретичне занурення**

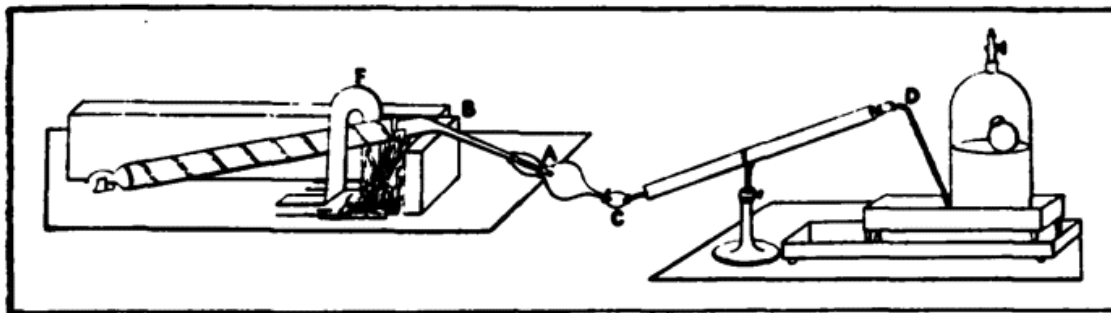
Теорія в органічній хімії має особливе значення. Через велику кількість органічних сполук і різноманіття їхніх класів практично неможливо охопити фактичний матеріал у рамках будь-якого навчального курсу. Тому традиційно вивчають тільки основні (за функціональними групами) і найважливіші (за значенням у природі) класи органічних сполук та закономірності впливу будови молекули на властивості речовини. Але молекула органічної сполуки може

містити дві і більше функціональних груп. У цьому разі хімічні властивості речовини зумовлено взаємовпливом функціональних груп і їхнім взаємним розташуванням у молекулі. Крім того, є комп'ютерні програми, що дають змогу, за структурою молекули речовини достовірно передбачити її фізичні властивості й навіть біологічну активність речовини.



### Цікаві подробиці

Йонс Берцеліус зацікавився хімією у 12 років, але вже у 29 років був обраний членом Шведської королівської Академії наук, а ще через два роки став її президентом. Про його працездатність ходять легенди. Працюючи по 12 – 14 годин на добу в лабораторії, за 20 років Й. Берцеліус експериментально підтвердив велику кількість відомих на той час хімічних законів; вивчив понад дві тисячі речовин і точно встановив їхній склад; відкрив три нових елементи (Церій, Торій, Селен); уперше виділив у вільному стані Силіцій, Титан, Талій, Церконій. Велику увагу вчений приділяв теоретичній хімії, писав щорічні огляди досягнень фізичної і хімічної наук, був співавтором найпопулярнішого на той час підручника з хімії. У цьому підручнику він уперше використав зручні символи хімічних елементів і хімічні формули, якими ми користуємося й до сьогодні.



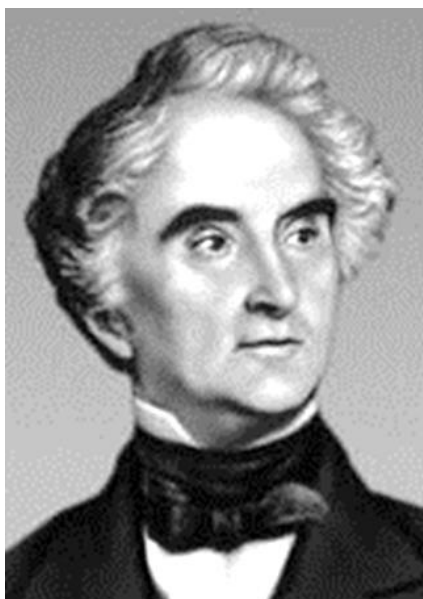
Мал. 1. Й. Берцеліус сконструював свій **прилад для спалювання органічних речовин**, щоб вивчати їх якісний склад



### Питання для обговорення

- ❖ Різниця між окремим випадком і науковим фактом.
- ❖ Значення наукових фактів для створення і розвитку наукової гіпотези.
- ❖ Загальні особливості органічних речовин порівняно з неорганічними.
- ❖ Роль наукової теорії у здобутті нових знань (на прикладі Періодичного закону хімічних елементів Д. І. Менделєєва).

## 2. Теорія хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова



**Йоганн Юстус фон Лібіх**  
(1807 – 1873)

Відкрив першу в  
Німеччині навчальну  
хімічну лабораторію



**Фрідріх Велер**  
(1800 – 1882)

Німецький хімік, лікар.  
Уперше в світі добув з  
неорганічних речовин  
органічну сполуку –  
сечовину

**Розвиток уявлень про будову хімічних речовин.** До середини ХІХ ст. було накопичено велику кількість фактичного матеріалу, який не мав пояснення. Органічна хімія активно розвивалася, практично відразу використовувалися нові добуті речовини, але часто навіть сам дослідник не міг пояснити ані хімізм утворення речовини, ані її структуру. Головна наукова проблема, яка постала перед хіміками того часу: молекула – це безладне згупчення атомів чи вона має певну структуру.

Її розв'язуванням займалися хіміки всього світу. Першими, хто спробували пояснити структуру органічних сполук, спираючись на їх поведінку під час хімічних перетворень, були французькі хіміки Й. Лібіх і Ф. Велер. Запропонована ними в 1832 р. і визнана *теорія складних радикалів*, стала поштовхом для розробки і вдосконалення поглядів на структуру органічних молекул. Згідно з цією теорією природу органічних сполук визначають стійкі сполучення декількох атомів різних хімічних елементів – складні замісники (ціан, амід, залишки амоніаку, жирів, алкоголю та ін.), які можуть сполучатися з атомами інших хімічних елементів або іншими складними радикалами, утворюючи органічні сполуки.

У 1834 р. французький хімік Жан Батист Андре Дюма описав здатність атомів Гідрогену заміщатися на атоми Хлору в молекулах органічних сполук. На основі своїх досліджень він сформулював *теорію типів*, яка по суті розвивала теорію складних радикалів і нагадувала сучасні уявлення про класи органічних сполук. У 40х роках ХІХ ст. Шарль Фредерік Жерар і Огюст Лоран формулюють *нову теорію типів*. Відповідно до цієї теорії всі органічні сполуки можна віднести до чотирьох типів (споріднених рядів). Родоначальниками цих рядів є молекули: водню, гідроген

хлориду, води та амоніаку. Всі інші споріднені речовини утворюються з однієї з вище перелічених молекул під час заміщення атомів Гідрогену на інші групи атомів.

Одним з надбань теорії Жерара – Лорана було розуміння про спорідненість молекул органічних речовин, від якого пізніше утворилось поняття *гомологічні ряди*. Однак теорія типів, як і всі попередні теорії, не пояснювала структуру молекули органічної сполуки і не охоплювала всього різноманіття органічних сполук, відомих на той час.

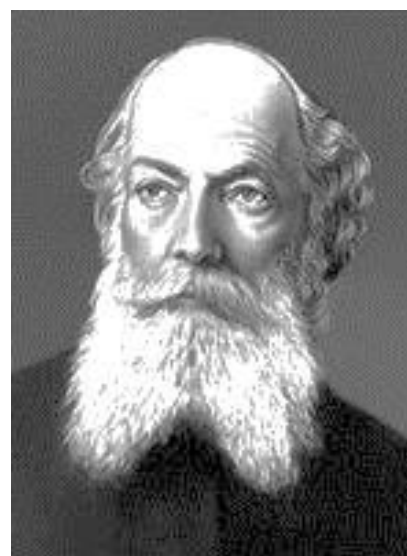
Крім того, було встановлено нові факти, важливі для розуміння будови молекул органічних сполук. Результатами досліджень Е. Франкленда (Англія), А. Кекуле і Ф. Кольбе (Німеччина), А. Купера (Шотландія) стало введення в хімію поняття про валентність, визначення валентності атому Карбону, встановлення здатності атомів Карбону утворювати ланцюги.

**Теорія будови хімічних речовин О. М. Бутлерова.** Новою теорією, що об'єднала наукові досягнення хіміків-органіків і заклала основи подальших наукових досліджень, стала розроблена у 60х роках XIX ст. О. М. Бутлеровим *теорія будови органічних сполук*. Її основні положення такі.

1. Атоми елементів у складі молекули з'єднуються між собою у певній послідовності відповідно до їхньої валентності. При цьому всі валентності мають бути задіяні в утворенні зв'язків з іншими атомами.
2. Властивості органічних речовин залежать не тільки від їхнього елементного складу, а й від послідовності та характеру сполучення між атомами у молекулі, тобто від будови молекули речовини.
3. Атоми, що входять до складу молекули, чинять взаємовплив один на одного, який тим більший, чим ближче розташовані атоми у молекулі.



**Жан Батист Андре Дюма**  
(1800 - 1884)  
Французький хімік-органік, вперше встановив наявність гомологічних рядів (на прикладі мурашиної кислоти)



**Фрідріх Август Кекуле**  
(1829 – 1896)  
Німецький хімік, автор теорії валентності



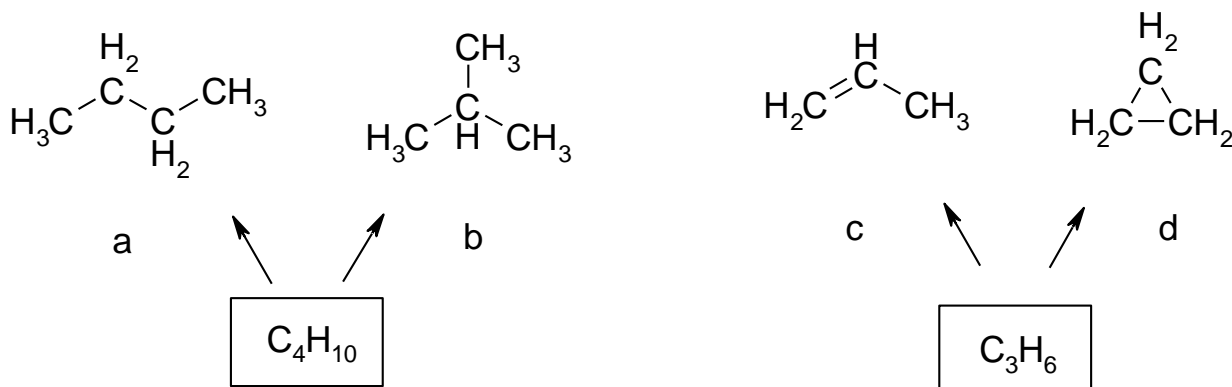
**Олександр Михайлович  
Бутлеров**  
(1828 – 1886)

Учений хімік, засновник  
російської школи хіміків

Значення теорії О. М. Бутлерова для органічної хімії можна порівняти зі значенням Періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва для неорганічної хімії. Теорія будови органічних сполук дає можливість не тільки систематизувати всі органічні речовини, а й пояснити їх різноманітність і хімічні властивості.

**Засоби зображення молекул органічних сполук.** *Загальна формула* – найвідоміша вам форма запису молекул хімічних сполук. Вона вказує на якісний і кількісний склад молекул органічних речовин. У хімічній формулі якісний склад зображують за допомогою символів хімічних елементів. Для позначення кількісного складу в хімічній формулі використовують індекси.

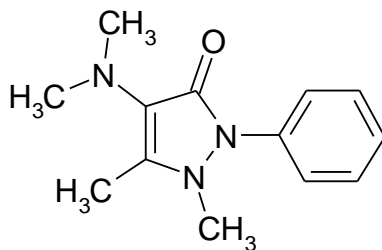
Придатна для зображення більшості неорганічних сполук загальна формула практично не відображає послідовність з'єднання атомів, що для органічних речовин має велике значення. Наприклад, формула  $C_4H_{10}$  означає відразу дві речовини класу насичених вуглеводнів: нормальний бутан (а) і 2-метилпропан (b). А формула  $C_3H_6$  – взагалі різних класів сполук: алкенів (c) і циклоалканів (d):



Тому використання загальних формул (їх іноді називають брутто-формулами) для зображення молекул органічних сполук досить обмежене, а загальноновживаною формою є *структурна формула*. Остання не тільки відбиває кількісні й якісні характеристики молекул, але й показує послідовність з'єднання атомів. Іноді, якщо будова молекули достатньо складна, то структурну формулу спрощують, залишаючи від карбонового ланцюга лише «скелет» – зв'язки між атомами. У цьому випадку карбоновий ланцюг зображують у вигляді ламаної лінії, у вершинах кожного кута якої розміщений атом Карбону

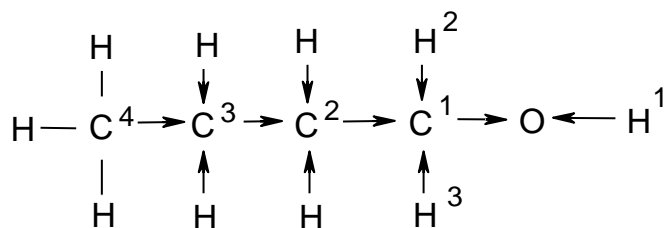


з відповідною кількістю атомів Гідрогену. Наприклад, у молекулі 1,5-диметил-4-диметиламіно-2-фенілпіразол-3-она (анальгіна):



### Теоретичне занурення

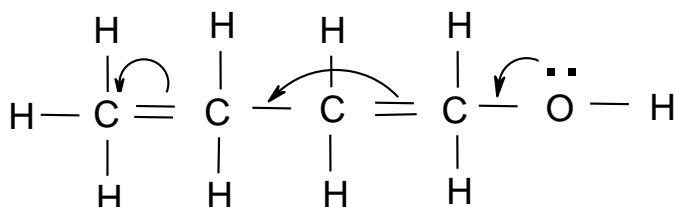
Взаємовплив атомів у молекулі виявляється переважно в зміні їх електронної густини. Як ви вже знаєте з курсу неорганічної хімії, кожен атом характеризується електронегативністю. Від електронегативності атомів залежить характер зв'язку, що між ними утворився (ковалентний неполярний, ковалентний полярний, йонний та ін.). Якщо один з цих атомів має більшу здатність притягувати електрони (більш електронегативний), його називають електроноакцепторним. Для прикладу розглянемо вплив гідроксильної групи на вуглеводневий залишок у молекулах спиртів.



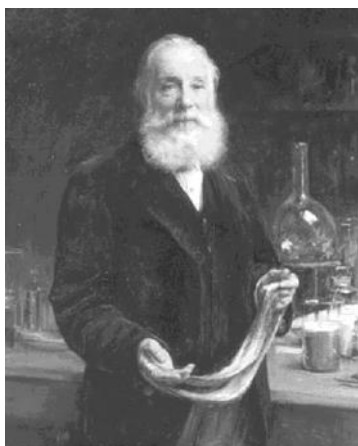
У молекулі пропан-1-олу атом Оксигену як більш електронегативний, ніж атоми Гідрогену  $H^{(1)}$  і Карбону  $C^{(1)}$ , знижує їх електронну густину. Атом Карбону  $C^{(1)}$  частково компенсує втрачену електронну густину за рахунок атомів Гідрогену  $H^{(2)}$  і  $H^{(3)}$ , а також атома Карбону  $C^{(2)}$ . У такий спосіб електроноакцепторний вплив атому Оксигену передається вздовж карбонового ланцюга через  $\sigma$ -зв'язки. Такий вплив називають *негативним індуктивним ефектом* гідроксигрупи. У свою чергу, розглядаючи вплив вуглеводневого залишку на гідроксигрупу в молекулах спиртів, кажуть, що алкільний залишок чинить на гідроксильну групу *позитивний* (електронодонорний) *індуктивний ефект*. Особливість індуктивного ефекту полягає в тому, що він поступово згасає вздовж карбонового ланцюга і охоплює, як правило, чотири найближчих атоми. Також зазначимо, що атоми Карбону в різних ступенях гібридизації мають різну електронегативність. Остання зростає в ряду  $sp^3 < sp^2 < sp$ -гібридизації атома Карбону. Як бачимо, навіть атоми Карбону можуть впливати один на одного.



Крім того, електронна густина може перерозподілятися і по ланцюгу спряжених  $\pi$ -зв'язків. У цьому випадку електронодонорами є атоми елементів, що мають неподільну електронну пару на зовнішньому електронному шарі. Такий електронний вплив називається *мезомерним ефектом*. На відміну від індуктивного ефекту мезомерний впливає на весь ланцюг спряжених зв'язків, не згасаючи.



### Цікаві подробиці



**Уільям Генрі Перкін  
(старший)**  
(1838 – 1907)

Президент британського  
Товариства хімічної  
промисловості

- Один із перших синтетичних барвників добув сер Перкін у 1856 р. Насправді він намагався, окислюючи неочищений анілін, що містив домішки толуїдину, калій дихроматом, одержати зовсім іншу речовину – хінін. Свій барвник він назвав мовеїном через подібність його кольору до кольору квітки мальви (Mauve) і менш ніж за рік налагодив його промислове виробництво. На той час хіміку було 18 років.

- Перше повідомлення про створення теорії будови органічних сполук О. М. Бутлеров зробив на з'їзді німецьких лікарів та натуралістів, що відбувалася у м. Шпесрі 19 вересня 1861 р.

- О. М. Бутлеров почав цікавитися хімією, будучи вихованцем приватного пансіону в Казані. Разом з товаришами він намагався виготовити то порох, то «бенгальські вогні». Одного разу, коли невдалий дослід спричинив сильний вибух, вихователь суворо покарав Олександра. Три дні поспіль його виводили і ставили в куток на весь час, поки інші вихованці обідали. На шию йому вішали чорну дошку, на якій було написано «Великий хімік».

Згодом так і сталося.





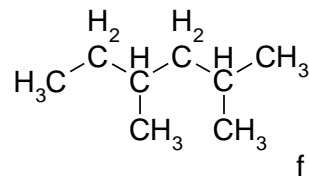
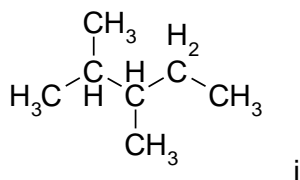
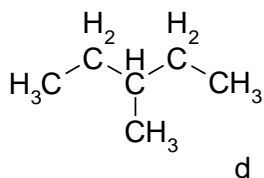
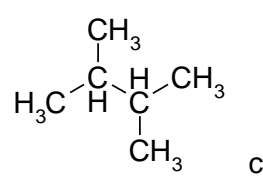
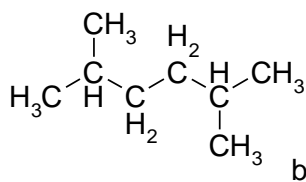
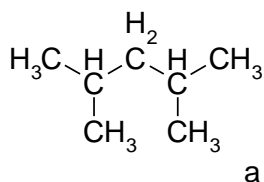
### Питання для обговорення

- ❖ Роль світової наукової спільноти в створенні теорії будови органічних сполук.
- ❖ Значення теорії О. М. Бутлерова для розвитку органічної хімії.
- ❖ Зручні засоби зображення формул молекул органічних сполук.



### Завдання

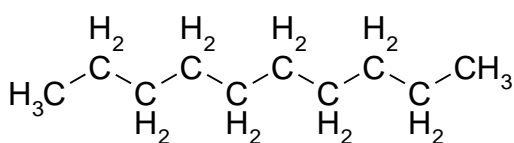
1. Укажіть пари речовин, що відповідають одній загальній формулі.



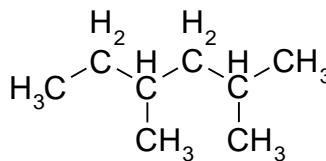
2. Користуючись загальними формулами сполук з попереднього завдання, обчисліть їх відносні молекулярні маси.

### 3. Явище ізомерії. Структурна ізомерія

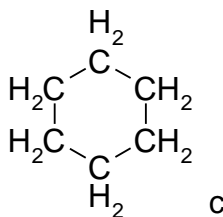
Органічну хімію називають ще хімією сполук Карбону, бо їх характерною рисою є ланцюги, що утворені атомами Карбону. Як вам уже відомо з курсу хімії 9 класу, атоми Карбону в органічних сполуках мають валентність 4 і утворюють відповідно чотири хімічних зв'язки. Ці зв'язки орієнтовані у просторі таким чином, щоб атоми, які сполучаються, були максимально віддалені один від одного. Тому навіть лінійна (а) послідовність сполучених атомів Карбону в просторі має зигзагоподібне розташування. Крім лінійної послідовності атоми Карбону можуть утворювати розгалужені (b) і циклічні (c) ланцюги.



a

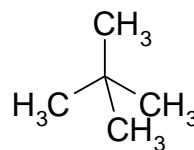
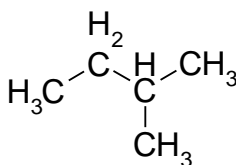
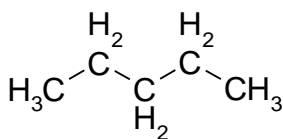


b



c

**Ізомерія** (від грец. *isos* – однаковий, *meros* – частина) – явище, що об'єднує сполуки, молекули яких однакові за своїм якісним і кількісним елементним складом, але відрізняються послідовністю з'єднання атомів. Так, наприклад, формула  $C_5H_{12}$  може означати три різні сполуки:



Ці сполуки є ізомерами один відносно одного і мають подібні, але неоднакові фізичні та хімічні властивості.

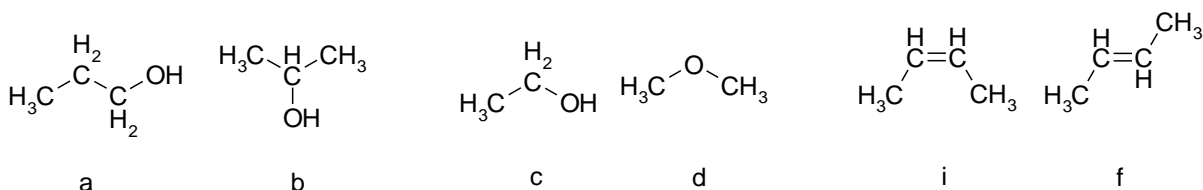
Уперше звернув увагу на існування ізомерів Й. Берцеліус у 1830 р., але дійсно це явище було пояснене лише у другій половині XIX ст. на основі теорії будови органічних речовин О. М. Бутлерова.

Розглянутий приклад належить до одного з видів ізомерії – ізомерії карбонового скелета. Насправді видів ізомерії набагато більше. Саме вони і є однією з причин різноманіття і численності органічних сполук.



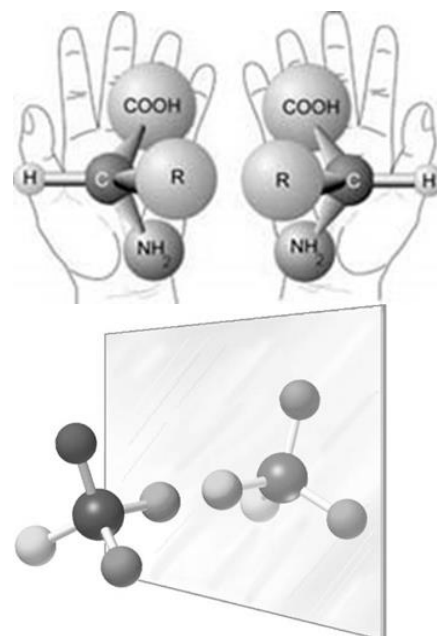
### Теоретичне занурення

Відомо досить багато видів ізомерії, і для зручності їх розподіляють по групах. Розглянута вище ізомерія карбонового скелета належить до групи *структурної ізомерії*. До цієї групи також належать: *ізомерія положення функціональної групи* (наприклад, пропан-1-ол і пропан-2-ол); *ізомерія функціональної групи, або міжкласова ізомерія* (наприклад, етанол і диметиловий етер) та ін. До групи *просторової ізомерії* належать: *цис, транс-ізомери* (характерні для алкенів); оптичні ізомери (наприклад, *L, D-ізомери* вуглеводів) та ін. Нижче наведено приклади ізомерії різних видів: положення функціональної групи: пропан-1-ол (а), пропан-2-ол (b). Ізомерія функціональної групи (міжкласова ізомерія): етанол (c), диметиловий етер (d), просторова ізомерія: *цис-бут-2-ен* (i), *транс-бут-2-ен* (f).



### Цікаві подробиці

- Один із видів ізомерії, що можливий і в молекулах насичених вуглеводнів, називають дзеркальною ізомерією. Він пов'язаний з існуванням асиметричних атомів Карбону – атомів, що утворюють зв'язок з чотирма різними фрагментами молекули. Асиметричні атоми в цьому випадку називають *хіральними* (від давньогрецьк. χεῖρ – рука), тому що органічні молекули схожі одна на одну, як права і ліва руки або як будь-який об'єкт і його відображення в дзеркалі.
- Виконуючи лабораторну роботу з виготовлення моделей молекул насичених вуглеводнів (парафінів), зберіть модель молекули з асиметричним атомом Карбону. Для цього викорис-



Мал. 2. Приклади дзеркальної ізомерії органічних сполук

тайте кульки різного кольору – вони умовно позначатимуть неоднакові фрагменти молекули. Створіть точну копію цієї «молекули» і поставте її поряд із першою. Зіставте дві моделі. Далі в одній з моделей молекул поміняйте місцями дві кульки будь-якого кольору і знов зіставте моделі. Чи збігається розташування кольорових кульок? Продовжуючи довільні перестановки кольорових кульок, зверніть увагу, до якого результату приводить парна і непарна кількість зроблених перестановок.



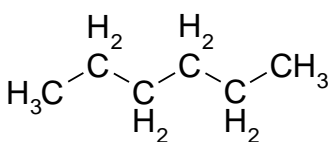
### Питання для обговорення

- ❖ Ізомерія як одна з причин різноманіття органічних речовин.
- ❖ Відображення явища ізомерії у положеннях теорії будови органічних сполук О. М. Бутлерова.

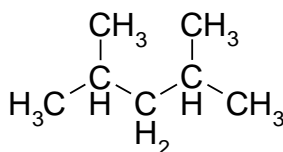


### Завдання

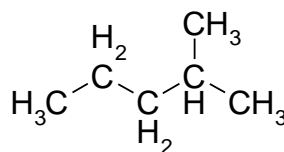
3. Визначте, які з наведених структур є ізомерами:



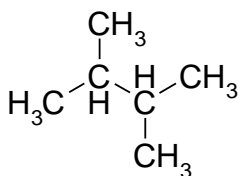
a



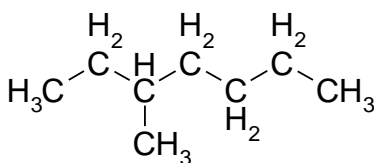
b



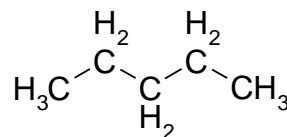
c



d



e



f

4. Напишіть формули всіх можливих структурних ізомерів насиченого вуглеводню, що складається із 7 атомів Карбону. Скільки їх?
5. Серед формул ізомерів гептану знайдіть структури з асиметричними атомами Карбону. Скільки пар дзеркальних ізомерів він має?

## **Лабораторна робота № 1. Виготовлення моделей молекул парафінів (алканів)**



Мета: вивчення просторової будови... (продовжить формулювання мети, використовуючи ключові слова з назв запропонованих дослідів).

Матеріали та обладнання: набір для складання кулестержневих моделей.

### Дослід 1. Виготовлення моделей молекул нормальних алканів.

а) Використовуючи набори для складання кулестержневих моделей, побудуйте моделі молекул алканів, що містять 4, 5 і 6 послідовно з'єднаних атомів Карбону.

б) Для кожної виготовленої моделі визначте кількість кульок, що було використано для позначення атомів Гідрогену. Яке числове співвідношення атомів Карбону і Гідрогену в молекулах парафінів? Пригадайте загальну формулу алканів. Визначте, чим відрізняються одна від одної молекули гомологів органічних сполук.

в) Зверніть увагу на характер розташування нормального ланцюга алканів у просторі, враховуючи можливість обертання навколо одинарного зв'язку.

### Дослід 2. Виготовлення моделей молекул алканів з розгалуженим ланцюгом.

а) Використовуючи набори для складання кулестержневих моделей, побудуйте моделі молекул алканів з розгалуженим карбоновим ланцюгом.

б) Зверніть увагу на характер розташування розгалуженого ланцюга алканів у просторі, враховуючи можливість обертання навколо одинарного зв'язку.

### Дослід 3. Виготовлення моделей ізомерів пентану.

а) Для роботи використайте модель з 5 кульками, що позначають атоми Карбону, виготовлену у досліді 1. Від'єднайте «атом» Гідрогену від 3го «атома» Карбону і замініть його будь-яким кінцевим фрагментом з одним «атомом» Карбону тієї самої моделі. До місця, що звільнилося, приєднайте кульку атома Гідрогену. Який вигляд має отриманий карбоновий ланцюг моделі ізомеру? Запишіть структурну формулу, що відповідає отриманій моделі ізомеру.

б) Аналогічним чином переставляйте «атоми» місцями для отримання моделі молекули ще одного структурного ізомеру пентану. Запишіть його структурну формулу.

Висновки: За своєю просторовою будовою алкани... (допишіть висновки, схарактеризувавши вигляд лінійної та розгалуженої послідовностей з'єднання атомів Карбону в ланцюгу, відзначте об'ємність структур, їхнє розташування в просторі).

#### 4. Номенклатура насичених вуглеводнів

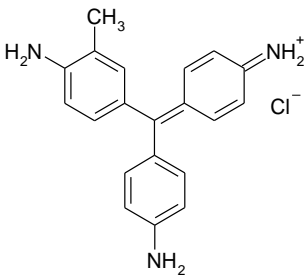




Мал. 3 Лауринову кислоту вперше було виділено з листя лаврового дерева (*Lauraceae*)

**Тривіальні назви сполук.** Різноманіття органічних сполук потребує оригінальних назв для кожної з них. При цьому назва речовини має відповідати певним вимогам, а саме розкривати систематичну приналежність, відображати структуру її молекули. Крім того, назва кожної сполуки має бути універсальною і зрозумілою для хіміків всього світу. У органічній хімії для найменування сполук довгий час використовувались тривіальні назви. Ці назви було вигадано хіміками, що вперше отримували органічну сполуку у чистому вигляді (як індивідуальну сполуку), і вони закріпилися в наслідок звички та історичного збігу обставин. Їх використовують до сьогодні. Особливо багато тривіальних назв збереглося і активно використовується у біологічній хімії (наприклад, назви амінокислот). Але абсолютна більшість сполук, що мають тривіальні назви, добули її в той час, коли ще не існувало їх чіткої класифікації, а уявлення про структуру органічних молекул ще не сформувалися. Саме тому назви, що давали хіміки одержаним речовинам, не були пов'язані ні з їхньою структурою, ні з їхньою систематичною приналежністю. Назва речовини походила від зовнішніх особливостей речовини (колір, запах), або утворювалася від назви сировини, з якої її було добуто (мал. 3), або від подібності хімічних або фізичних властивостей з іншою речовиною (табл.1). Тривіальні назви достатньо широко використовуються і в неорганічній хімії (табл. 2).

Для того, щоб упорядкувати назви хімічних сполук і зробити їх зрозумілими для хіміків різних країн світу, обраний загальний принцип — пов'язувати назву органічної речовини із структурою її молекули. На основі цього принципу розроблені правила, сукупність яких називають *хімічною номенклатурою* органічних сполук.

## Приклади тривіальних назв деяких органічних сполук

Сполука	Походження назви
<p>Фуксин</p> 	<p>Один із перших синтетичних барвників одержав Я. Нотансон у 1856 р. Колір її водного розчину з подібний до кольору квітів фуксії (<i>Fuchsia</i>) (мал. 4). Звідси і назва.</p>  <p>Мал. 4. Квітки фуксії</p>
<p>Деревний спирт <math>\text{CH}_3\text{OH}</math></p>	<p>Здавна добували з деревини методом сухої перегонки. Сучасний метод – синтез метанолу.</p>
<p>Тіофен</p> 	<p>Належить до класу сульфуровмісних гетероциклічних сполук. Назва зумовлена подібністю фізичних властивостей з бензеном (стара назва «фен», звідки і назва радикала (замісника) «феніл», що вживається й досі).</p>

## Приклади тривіальних назв деяких неорганічних сполук

Сполука	Походження назви
Сода	Назва багатьох сполук Натрію (Sodium). Походить від рослини <i>Salsola Soda</i> , із золи якої добували карбонат натрію. Вирізняють каустичну соду ( $\text{NaOH}$ ), кальциновану соду ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), харчову соду ( $\text{NaHCO}_3$ )
Жовта кров'яна сіль	Калій гексаціаноферат (III) тригідрат ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) раніше добували, сплавляючи кров тварин, поташ ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) і залізну тирсу
Глауберова сіль	Натрій сульфат декагідрат ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) уперше виявив у складі мінеральних вод, а потім одержав взаємодією сульфатної кислоти з натрій хлоридом німецький хімік і лікар Й. Р. Глаубер у XVIII ст.



**Систематична (міжнародна) номенклатура.** Як уже зазначалося, однією з головних вимог до назв органічних сполук є їхня універсальність. З метою уникнення розбіжності в назвах речовин, на Міжнародному конгресі хіміків, що відбувся в Парижі в 1889 р., було створено комісію, яка мала розробити єдині номенклатурні (термінологічні) правила. Результати роботи комісії було представлено на конгресі в Женеві в 1892р. Женевська номенклатура заклала основні принципи систематичних назв органічних речовин, що використовуються і сьогодні.

Систематичною називають номенклатуру, що була рекомендована до використання на засіданні Міжнародної спілки теоретичної та прикладної хімії (IUPAC), що відбувалося в Парижі в 1957 р.

У основу цієї номенклатури покладено назви сполук гомологічного ряду насичених вуглеводнів (алканів) нормальної будови, тобто тих, що мають нерозгалужений ланцюг атомів Карбону. Усі фрагменти, що не потрапляють до цього ланцюга, називають згідно з відповідними вуглеводневими замісниками. Назви замісників утворюються шляхом заміщення характерного для алканів суфікса *-ан* на суфікс *-ил*, або *-іл* (після приголосних б, в, к, л, м, н, п, ф, х), чи *іл* після голосних. Назви алканів нормальної будови вам уже відомі. З ними ви ознайомилися в 9 класі, вивчаючи тему «Найважливіші органічні сполуки». Пригадайте їхні назви, а також назви утворюваних ними замісників (табл. 3).

Таблиця 3

### Утворення назв замісників сполук гомологічного ряду метану

Назва сполуки	Хімічна формула		Назва заміснику
	сполуки	радикала	
Метан	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_3$	Метил
Етан	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5$	Етил
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_7$	Пропіл
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_4\text{H}_9$	Бутил
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{C}_5\text{H}_{11}$	Пентил
Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{C}_6\text{H}_{13}$	Гексил
Гептан	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{C}_7\text{H}_{15}$	Гептил
Октан	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{C}_8\text{H}_{17}$	Октил
Нонан	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{C}_9\text{H}_{19}$	Ноніл
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{C}_{10}\text{H}_{21}$	Декіл

**Зверніть увагу!** Щоб скласти назву насиченого вуглеводню за систематичною номенклатурою, треба діяти за таким алгоритмом.

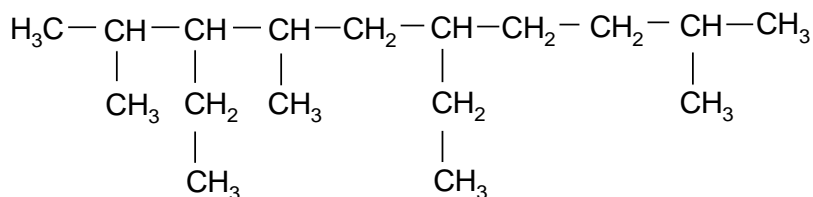
Алгоритм надання назви насиченому вуглеводневі  
за систематичною номенклатурою.

1. Обрати найдовший та найбільш розгалужений ланцюг атомів Карбону. Він буде основою назви сполуки і названий як алкан з відповідною кількістю атомів Гідрогену.
2. Визначити всі фрагменти молекули, що не потрапили до головного ланцюга. Вони вважатимуться замісниками атомів Гідрогену і отримають назви відповідних за кількістю атомів Карбону залишків.
3. Пронумерувати атоми Карбону головного ланцюгу, починаючи з боку, що найближчий до більшості замісників.
4. Записати назви замісників у алфавітному порядку, попереду через дефіс указуючи номер атома Карбону, біля якого вони розташовані. Назви однакових замісників не повторюються, а до них додаються відповідні префікси: *ди-* (*перед голосним*) або *ді-* (*перед голосним*) (два), *три-* (три), *тетра-* (чотири) тощо, залежно від їхньої кількості. Префікс не впливає на порядок розташування замісника в переліку.

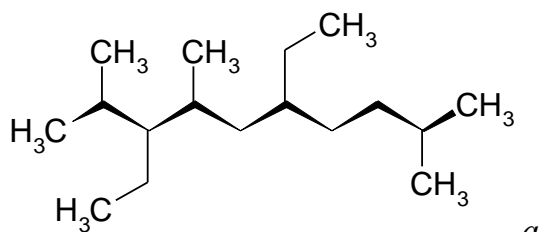
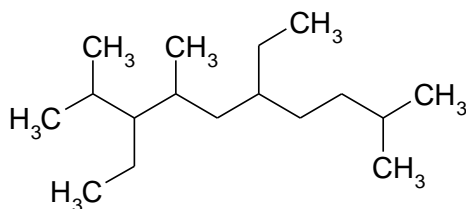
Крім того, даючи систематичну назву сполуці, не забувайте, що:

- номери атомів відокремлюються один від одного комами;
- якщо біля одного й того ж самого атома Карбону розміщуються два однакових замісники, то номер указують двічі;
- назва сполуки пишеться в одне слово.

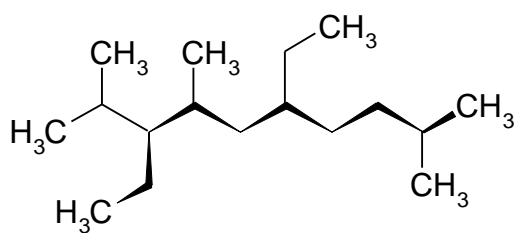
Розглянемо приклад складання назви сполуки, молекула якої має таку структуру:



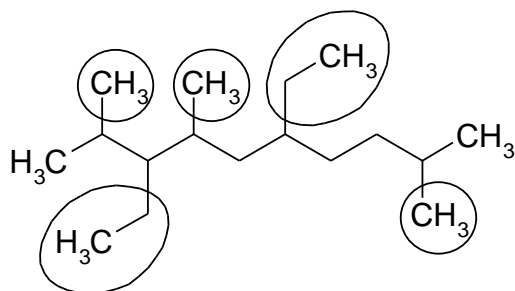
Скористаємося спрощеним варіантом запису структурної формули. У ній хімічними символами позначено лише кінцеві атоми Карбону і Гідрогену. Мається на увазі, що інші атоми Карбону розміщуються в кутах між схематично позначеними хімічними зв'язками і мають відповідну кількість атомів Гідрогену.



a

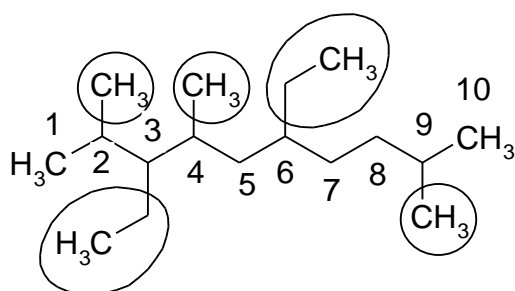


б



У наданій структурі найдовші ланцюги мають по 10 атомів Карбону, тобто ця сполука буде мати назву декан. Серед них обираємо ланцюг *a*, який має більше замісників (є найрозгалуженішим)

Визначаємо замісники. Ті з них, що містять по одному атому Карбону відповідно отримають назву *метил*, а ті, що складаються з двох – *етил*



Нумерацію головного ланцюгу починаємо зліва. Так замісники отримають менші номери (2, 3, 6, 9).

За українською абеткою замісники займуть у назві такий порядок: *етил*, потім *метил*. Підраховуємо кількість однакових замісників і додаємо відповідні префікси: *діетил*, *триметил*.

Складаємо назву сполуки, вказуючи номери атомів, біля яких знаходяться відповідні замісники.

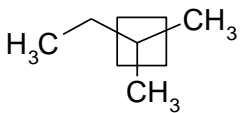
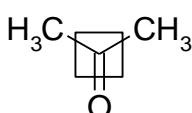
Назва сполуки – 3,6-діетил-2,4,9-триметилдекан.

**Раціональна номенклатура.** В її основу покладено назви найпростіших сполук – родоначалників гомологічних рядів, а всі інші фрагменти молекули розглядаються як замісники атомів Гідрогену. Раціональні назви речовин

використовують у випадках, якщо вони простіші від систематичних і допустимі як у розмові так і в науковій літературі. У табл. 4 наведено приклади назв деяких органічних сполук за описаними вище видами номенклатури.

Таблиця 4

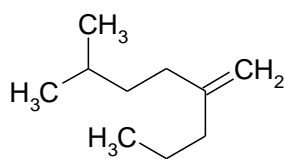
## Приклади назв деяких сполук за різними видами номенклатури

Родоначалник гомологічного ряду	Сполука	Назва		
		Тривіальна	Систематична	Раціональна
Метан $\text{CH}_4$		-	2-Метилбутан	Диметилетил-метан
Етен $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$	Тефлон	1,1,2,2 - Тетрафлуоретен	Тетрафлуоретен
Карбінол $\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Винний спирт	Етанол	Метилкарбінол
Кетон $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$		Ацетон	Пропанон	Диметилкетон

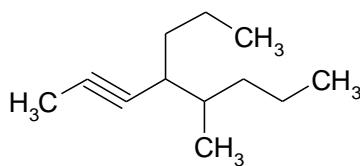
**Теоретичне занурення**

Систематичні назви інших класів вуглеводнів складаються за такими самими принципами, як і насичених. Відмінність полягає лише у виборі головного ланцюга. Так, якщо ми складаємо назву сполуки, в карбоновому ланцюгу якої є один подвійний зв'язок (алкену), то головним буде обраний найдовший і найбільш розгалужений ланцюг, з подвійним зв'язком. Нумерація атомів Карбону буде напрямлена таким чином, щоб подвійний зв'язок починався від атома з найменшим номером. Аналогічно діємо, складаючи назви алкінів – сполук з одним потрійним зв'язком. Нижче наведено приклади структурних формул

молекул 2-етил-5-метилгепт-1-ену (а) і 5-метил-4-пропілокт-2-ину (b):

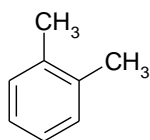


a

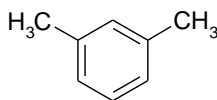


b

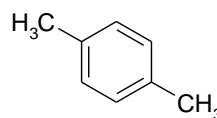
У назвах ароматичних вуглеводнів (аренів) головним ланцюгом є бензенове кільце. Нумерацію починають з атома Карбону, біля якого розміщується старший замісник, і спрямовують по колу в бік найближчого замісника. Проте частіше, якщо бензен має тільки два замісники, для вказування їхнього положення використовують не номери атомів, а префікси грецького походження: *орто* (прямий), *мета* (після, між), *пара* (навпроти). Для зручності у написанні назви сполуки їх позначають однією літерою. Наприклад, 1,2-диметилбензен, або *о*-ксилен (а); 1,3-диметилбензен або *м*-ксилен (b); 1,4-диметилбензен, або *п*-ксилен (с):



a



b



c



### Цікаві подробиці



**Віктор Мейєр**  
(1848 – 1897)

Німецький хімік-органік

Інколи назви, що склалися історично, втрачають своє перше смислове значення, але залишаються в хімічній літературі, через те, що до них звикли. У 1882 р. професор Цюріхського політехніку Віктор Мейєр черговий раз проводив демонстрацію індофенінової реакції. У самій назві цієї реакції закладено, що вона відбувається між похідним індолу (ізатином) і феном (стара назва бензену). Але сирого бензену, який В. Мейєр завжди використовував для демонстрації, в нього не було. Щоб не відмінати експеримент, професор вирішив добути бензен декарбонізацією бензенової кислоти. Але під час демонстрації розчин не набув очікуваного синього забарвлення. Аналізуючи невдалий експеримент, В. Мейєр виявив у сирому бензені невеличку доміш-

ку невідомої речовини, яка за своїми фізичними властивостями була близька до бензену, і тому її не можна було виділити звичайною перегонкою. Відкрита речовина дістала назву *тіофен* (від *тіо* – Сульфур, *фен* – бензен), і виявилося що саме вона, а не бензен, реагує з ізатіном, забарвлюючи розчин у синій колір. Так якісна реакція на бензен перетворилася на якісну реакцію на тіофен, а назва реакції залишилася незмінною і вживається до тепер.



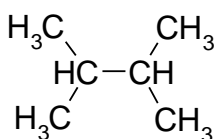
### Питання для обговорення

- ❖ Походження тривіальних назв органічних сполук.
- ❖ Правила утворення назв насичених вуглеводнів за систематичною номенклатурою.
- ❖ Значення міжнародної номенклатури IUPAC для розвитку світової хімічної науки.
- ❖ Доцільність використання раціональної номенклатури органічних сполук.

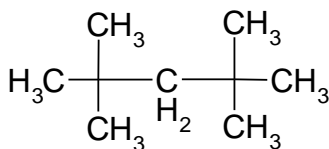


### Завдання

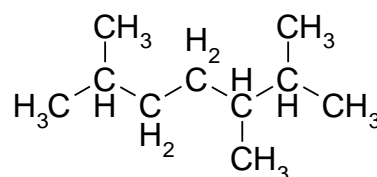
6. Назвіть наведені сполуки за міжнародною номенклатурою:



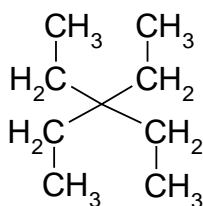
**a**



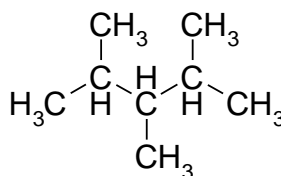
**b**



**c**



**d**



**e**

7. Напишіть структурну формулу органічної сполуки за її назвою:

- a) 2-метилбутан;
- b) 2,2,4-триметилпентан;
- c) 3-етил-3,5-диметил октан.

## 5. Багатоманітність органічних сполук, їх класифікація

Органічні сполуки можна класифікувати за різними ознаками:

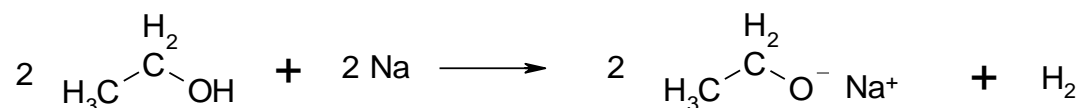
- вмістом Оксигену (оксигеновмісні, безоксигенні);
- масою молекули (низькомолекулярні, високомолекулярні);
- будовою каркаса молекули та елементним складом (лінійні, карбоциклічні, гетероциклічні) тощо.

Але найсучаснішою є класифікація за функціональними групами. З курсу хімії 9 класу ви вже знаєте про такі класи органічних сполук, як спирти, що мають гідроксильну функціональну групу ( $-\text{OH}$ ); карбонові кислоти – сполуки з карбоксильною функціональною групою ( $-\text{COOH}$ ); аміни – органічні сполуки, що мають у складі молекули характерний фрагмент ( $-\text{NH}_2$ ); вам відомі властивості формільної функціональної групи ( $-\text{CHO}$ ) (входить до складу молекули глюкози), що визначає належність сполук до класу альдегідів. Узагальнивши ці знання, ми вивчимо кілька класів органічних сполук, розглядаючи їх як аналоги добре відомих вам неорганічних речовин.

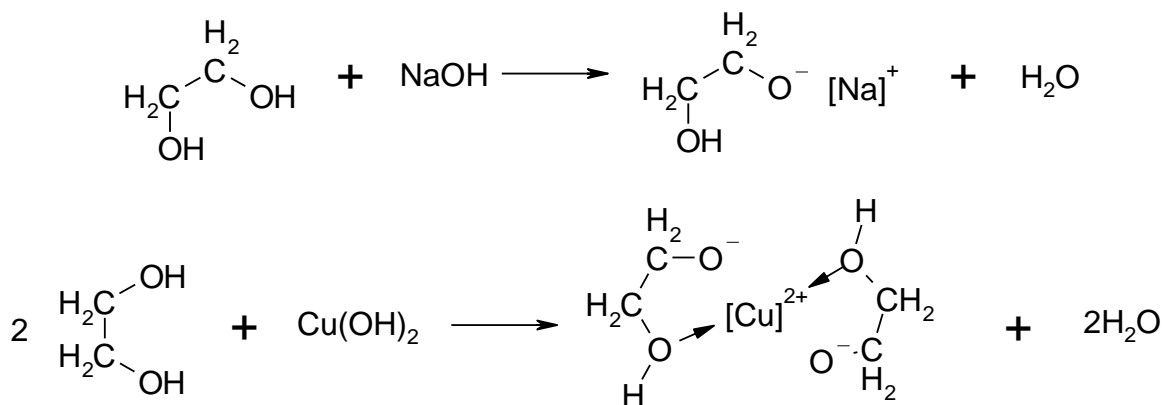
### Похідні води ( $\text{H-O-H}$ )

**Спирти ( $\text{R-O-H}$ ).** Органічні сполуки, в яких вуглеводневий залишок сполучений з однією чи кількома гідроксильними групами, називають *спиртами*. За кількістю гідроксильних груп вирізняють одно-, дво- та багатоатомні спирти. Перші 15 представників одноатомних спиртів – це рідини, що легші за воду. Зі збільшенням молекулярної маси спиртів їх температура кипіння поступово збільшується, а розчинність у воді зменшується.

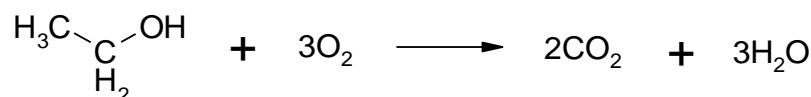
Специфічні хімічні властивості спиртів зумовлені кислотністю (здатністю відщеплювати атом Гідрогену) гідроксильної групи. Зі збільшенням атомності спиртів кислотність гідроксильної групи збільшується. Так, одноатомні спирти утворюють солі лише з активними металами:



Кислотність двохатомних спиртів вища, вони утворюють солі з лугами і навіть з нерозчинними основами. Так, у результаті реакції з купрум(II) гідроксидом утворюється водорозчинний комплекс синього кольору, що слугує якісною реакцією на багатоатомні спирти:



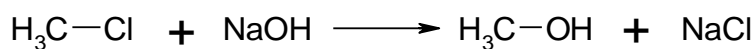
Спирти – горючі речовини, при цьому утворюються вуглекислий газ і вода:



Розглянемо характеристики найпоширеніших спиртів.

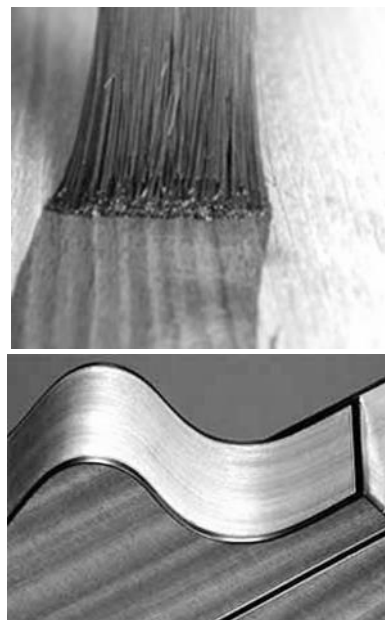
*Метанол, або метиловий спирт (деревний спирт, карбінол)  $\text{CH}_3\text{OH}$ .* Прозора безбарвна рідина з характерним спиртовим запахом. Горить синюватим полум'ям. Метиловий спирт – дуже отруйна речовина, що чинить шкідливу дію на нервову і судинну систему людини. Потрапляння в організм людини 10 мл метанолу може спричинити важке отруєння, навіть сліпоту; доза 25 – 30 мл метанолу є смертельною.

Уперше метанол був виявлений ще в середині XVII ст. Робертом Бойлем (1627 – 1691) під час вивчення продуктів перегонки деревини. У 1857 р. Марселен Бертло (1827 – 1907) добув метанол омиленням хлорметану:



Метиловий спирт широко застосовується у виробництві формальдегіду, з якого виготовляють карбамідні і фенолоформальдегідні смоли, а також у лакофарбовій промисловості для виготовлення розчинників, у виробництві лаків (мал.5). Крім того, його застосовують як добавку до рідкого палива для двигунів внутрішнього згоряння.

В Україні метанол й до сьогодні використовуюється для «денатурації» етанолу. Додавання 5 % домішки цього отруйного спирту робить небезпечним вживання «спирту-денатурату».



Мал. 5. Спиртові лаки використовують для покриття дерев'яних поверхонь



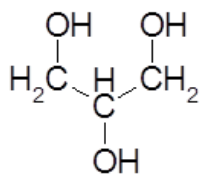


Мал. 6 Гібридний  
автомобіль

масою 700 кг споживає  
3,5 – 4,0 л палива на  
100 км, розвиває швид-  
кість до 120 км./год.  
Салон розрахований  
на 4 особи



Мал.7 Антифриз  
містить від 52 до 66%  
етиленгліколю



Мал.8 Основою багатьох  
косметичних засобів є  
гліцерин

**Етанол**, або *етиловий спирт* (винний спирт, метилкарбінол)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ . Безбарвна пекуча на смак рідина зі слабким «спиртовим» запахом. Етанол горить, а суміш парів спирту з повітрям вибухонебезпечна. Дія на організм невеликих доз призводить до сп'яніння, великих – до отруєння.

Використовується в хімічній, парфумерно-косметичній, фармацевтичній, харчовій промисловості, в медицині. Є протиотрутою від ураження метанолом та етиленгліколем.

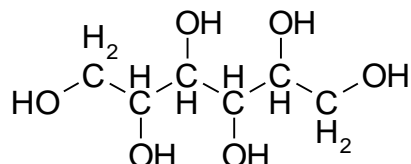
Суміш етанолу з бензином використовується як паливо, якщо така суміш містить до 20 % етанолу, то вона придатна для всіх автомобілів. Останнім часом розпочато випуск двигунів, що працюють на бензині марки E85 (85 % етанолу). У деяких країнах такі автомобілі називають гібридними (мал. 6). Паливо такого складу зменшує кількість викидів шкідливих речовин у повітря.

**Етиленгліколь**  $\text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$  (*етан-1,2-діол*). Найпростіший двоатомний спирт. Густа безбарвна рідина солодка на смак. **Дуже отруйний!** Горить. Змішується з водою і спиртами в будь-яких співвідношеннях. Застосовується у виробництві синтетичних смол, штучного волокна, антифризів.

**Гліцерин** (*пропан-1,2,3-триол*). Триатомний спирт. Густа безбарвна рідина, солодка на смак. У промисловості гліцерин одержують переважно з жирів. Застосовується майже в усіх косметичних виробках як зм'якшувальний засіб, є одним із основних видів сировини у виробництві зубних паст. Він не засихає, не гіркне, замерзає за дуже низьких температур і тому застосовується як речовина, що перешкоджає висиханню та замерзанню косметичних виробів. Гліцерин використовують в парфумерії та фармації як зм'якшувальний засіб, він слугує основою мазей, добавкою до масла, у харчовій промисловості – добавкою до напоїв. У шкіряному виробництві та текстильній промисловості його

застосовують для обробки пряжі і шкіри з метою їх зм'якшення й надання еластичності. З гліцерину добувають вибухову речовину нітрогліцерин, використовується для виготовлення динаміту. Спиртовий розчин нітрогліцерину використовується при серцевих захворюваннях, оскільки має судинорозширювальну дію.

### **Сорбіт** (сорбітол, гексан-1,2,3,4,5,6-гексол)



Шестиатомний спирт, солодкий на смак. У виробництві його добувають відновленням глюкози. Використовується як низькокалорійний підсолоджувач (E420) у виготовленні солодошів, цукрозамінювачів, жувальних гумок та ін. (мал. 9). Вживання в достатньо великих дозах чинить слабку проносну дію.

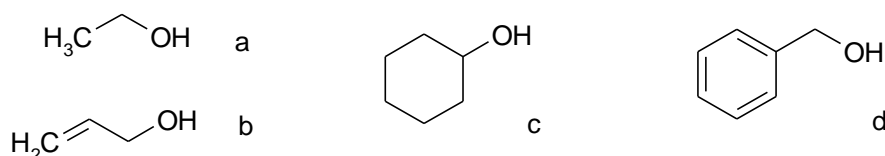


Мал.9. Магазинна упаковка сорбіту



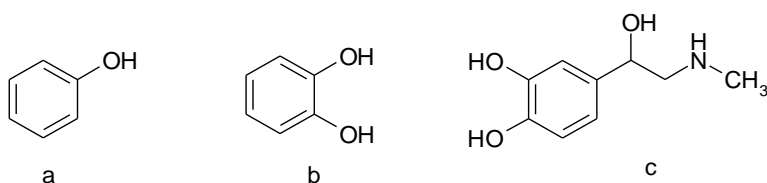
### **Теоретичне занурення**

За характером вуглеводневого залишку спирти поділяють на три групи: аліфатичні, аліциклічні та ароматичні. До аліфатичних одноатомних спиртів належать речовини, молекули яких при гідроксогрупі мають алкільні замісники – залишки насичених або ненасичених вуглеводнів. Наприклад, етиловий спирт (а), алліловий спирт (б). До аліциклічних належать спирти, гідроксильна група яких безпосередньо зв'язана із циклоалкільним залишком – циклогексанол (с). У молекулах ароматичних спиртів містяться гідроксильна група та ароматичне кільце, що безпосередньо не зв'язані один з одним – бензиловий спирт (д):

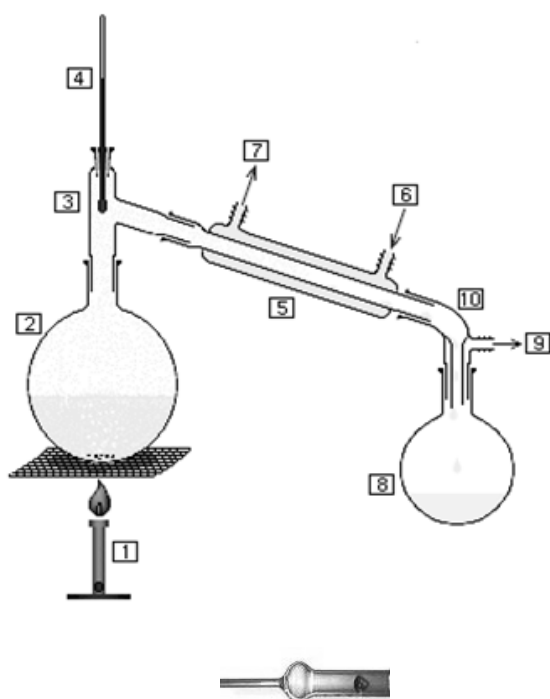


Сполуки, в яких гідроксильна група безпосередньо зв'язана з бензеновим кільцем, належать до окремого класу речовин, який називається *фенолами*. Вплив бензенового фрагмента на гідроксильну групу зумовлює високу здатність до відщеплення Гідрогену у вигляді катіону (дисоціацію кислотного типу). Сам фенол (а) іноді називають *карболовою кислотою*. Водні розчини фенолу використовуються в медицині як антисептичні, антибактеріальні й знеболювальні засоби (5 %-ва карболова кислота; орасепт – 1,4 %-й розчин

фенолу). Один з найпоширеніших представників двоатомних фенолів – пірокатехін (b) використовують для штучного одержання адреналіну (c). До речі, це був перший гормон, який удалося добути синтетичним шляхом (1908 р.):



### Цікаві подробиці



Мал. 10. Схема приладу  
для перегонки  
за атмосферного тиску:

- 1 – пальник;
- 2 – круглодонна колба;
- 3 – насадка Вюрца;
- 4 – термометр;
- 5 – холодильник Лібіха;
- 6 – трубка водопостачання;
- 7 – трубка водовідведення;
- 8 – колба-приймач;
- 9 – отвір збалансування тиску;
- 10 – алонж

- Під час змішування етилового спирту з водою спостерігається зменшення загального об'єму розчину. Наприклад, об'єм суміші, що складається з 50 мл спирту і 50 мл води, становить приблизно 98 мл. Це пояснюється зменшенням відстані між молекулами і щільнішим їх розташуванням у розчині. Явище отримало назву *контракції* (від лат. contraction – стискання).
- Етанол – гігроскопічна речовина, здатна поглинати вологу з повітря до 4% своєї маси. Вилучити волю із спирту можна за допомогою вологопоглинальних речовин (прожареного  $\text{CuSO}_4$ ) або зв'язування води хімічним шляхом (кип'ятіння з металічним кальцієм). Після тривалого зневоднення спирт переганяють (мал. 10). Для запобігання потраплянню у пристрій вологого повітря отвір (9) закривають спеціальною трубкою, заповненою гранульованим кальцій хлоридом. Одержують 99 %-й спирт. (Більшого ступеня зневоднення досягти за допомогою однієї допоміжної речовини не вдається.) Такий спирт називають *абсолютним*. Його зберігають у герметичний тарі, щоб запобігти його перетворенню на 96 %-й.



### Питання для обговорення

- ❖ Ключові ознаки класифікації органічних сполук.
- ❖ Функціональна група сполук класу спиртів.
- ❖ Кислотні властивості спиртів.
- ❖ Найважливіші сполуки класу спиртів.
- ❖ Використання спиртів.



### Завдання

8. Взаємодія 10 г невідомого спирту з металічним натрієм відбувалася повільно; в результаті виділилося 3,73 л газу (н. у.). Установіть брутто-формулу спирту за умови, що речовини прореагували без залишку.
9. Розрахуйте масову частку Оксигену у молекулі метанолу.

**Етери (R-O-R).** Клас органічних речовин, молекули яких складаються з двох вуглеводневих залишків, сполучених між собою атомом Оксигену.

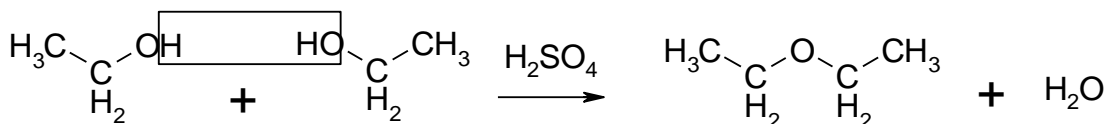
За фізичними властивостями етери характеризуються низькою температурою кипіння, леткістю та низькою температурою спалаху. Під час змішування з водою утворюють емульсію, яка з часом розподіляється на шари; шар етеру розташовується зверху (легший за воду). Ця властивість етерів використовується для екстракції (вилучення) органічних речовин з водних розчинів (мал. 11).

Під час тривалого контакту з повітрям, а також на світлі етери утворюють вибухонебезпечні пероксидні сполуки. Тому перед використанням етери обов'язково перевіряють за допомогою спеціальних хімічних реакцій.

**Діетиловий етер**  $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--O--CH}_2\text{--CH}_3$  (або просто *етер*). Прозора, безбарвна, рухома легка рідина з характерним солодкуватим запахом. Добувають дегідратацією етанолу в присутності сульфатної кислоти:



Мал. 11 Під час екстракції органічних речовин з водних розчинів шар етеру розташовується зверху

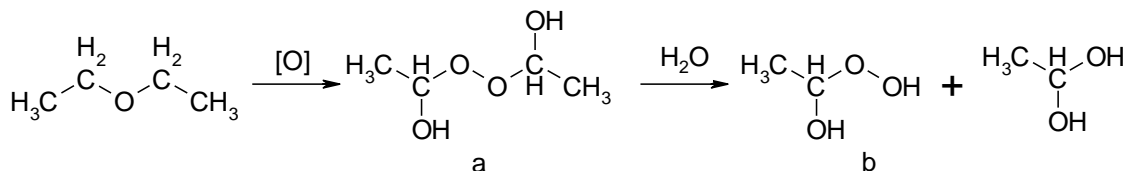


Діетиловий етер утворюється також як побічний продукт у синтетичному виробництві етанолу. Змішуючись з повітрям, пари діетилового етеру утворюють вибухонебезпечну суміш. Ефір використовують як реакційне середовище в промисловій та лабораторній практиці. Обмежене використання він має також у медицині як анестетик (засіб анестезії).



### Теоретичне занурення

Етери – достатньо інертні речовини. Але під час тривалого зберігання, особливо на світлі, ці сполуки поступово окиснюються киснем повітря з утворенням пероксидів (а), які під впливом води, що в невеликій кількості міститься в етері, гідролізуються до гідроксипероксидів (b). Пероксидами називають сполуки, що містять групу з двох послідовно зв'язаних атомів Оксигену. У гідропероксидах атом Оксигену зв'язаний з гідроксигрупою:



Пероксиди і гідропероксиди – вибухонебезпечні речовини. На цю особливість етерів треба зважати під час їх зберігання. Тому перед використанням етери завжди перевіряють на наявність пероксидних сполук розчином калій йодиду. Якщо етер містить пероксидні сполуки, то вони окиснюють KI до вільного йоду, і розчин набуває характерного бурокоричневого кольору.



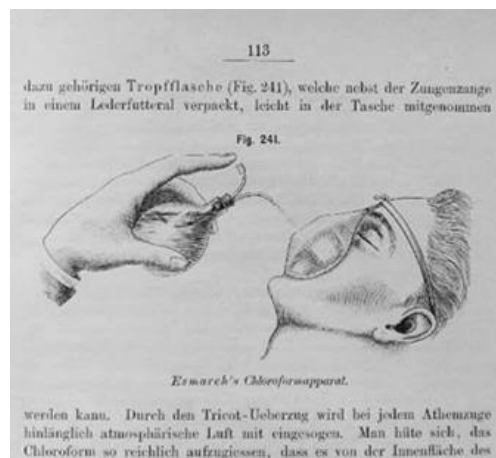
### Цікаві подробиці

Наркоз (анестезія) під дією діетилового етеру у медичній практиці почали застосовувати в середині XIX ст. Першу публічну демонстрацію операції з його застосуванням провів Вільям Томас Грін Морган 16 жовтня 1846 р. у клініці м. Бостона (США).



Мал. 12. Маска Есмарха

Метод достатньо швидко набув визнання. Але крім медичних ускладнень операції були ще й хімічні. Для наркозу використовували маску Есмарха – дровотий каркас з кількома шарами тканини (мал. 12). Етер додавали з лабораторної крапельниці вручну. Більша його частина потрапляла в повітря, і він чинив дію не тільки на пацієнта, а й на хірурга. Якщо в разі невправного руху металеві інструменти торкаючись, висікаючи іскру, то відбувався сильний вибух, ударна хвиля якого відкидала лікарів на кілька метрів. Позбавитися цього ускладнення допомагало застосування для наркозу не діетиллового етеру, а хлороформу ( $\text{CHCl}_3$ ), який не горить (мал. 13).



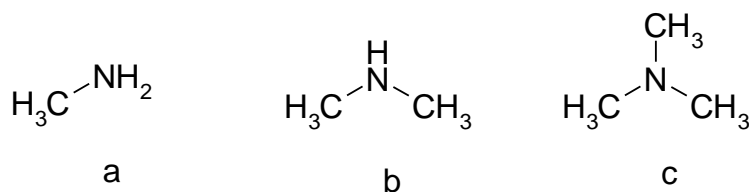
Мал. 13 Хлороформний наркоз.

Ілюстрація з книжки  
Фрідріха Есмарха  
(1823 – 1908) –  
німецького хірурга,  
одного із піонерів  
антисептики й асептики

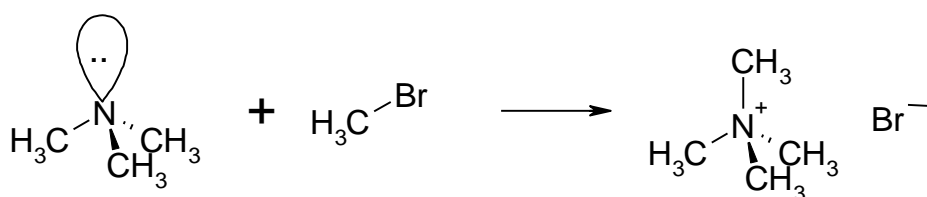
## Похідні амоніаку ( $\text{H}-\text{NH}_2$ )

### Аміни ( $\text{R}-\text{NH}_2$ ; $\text{R}_2\text{NH}$ ; $\text{R}_3\text{NH}$ ).

Похідними амоніаку, в яких хоча б один атом Гідрогену заміщений на вуглеводневий залишок, називають амінами. Аміни бувають первинними (а), вторинними (b) і третинними (c), залежно від кількості заміщених атомів Гідрогену у молекулі амоніаку:



Аміни називають органічними основами. Їхня здатність утворювати солі з органічними і мінеральними кислотами, а також галогенопохідними вуглеводнів зумовлені наявністю неподіленої пари електронів на зовнішньому шарі електронної оболонки атома Нітрогену:

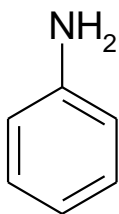




Мал. 14. Рослина  
*Indigofera suffruticosa*

Аміни є дуже токсичними речовинами. Небезпечним є як вдихання їх парів, так й контакт зі шкірою. Деякі аміни, наприклад анілін, здатні проникати крізь шкіру в кров і порушувати функції гемоглобіну, що може призвести до смерті. У разі потрапляння аміну на відкриту ділянку шкіри необхідно швидко й обережно, не поширюючи площу пошкодження, протерти шкіру ватою, змоченою в спирті.

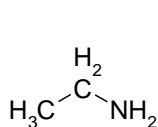
**Анілін** належить до класу первинних ароматичних амінів. Назва сполуки походить від назви рослини *Indigofera anil* (за новою номенклатурою – *Indigofera suffruticosa*), що містить індиго, з якої саме вперше і був добутий анілін (мал. 14). Свого часу анілін відіграв велику роль у одержанні синтетичних барвників. Сьогодні більша частина аніліну, що виробляється у світі, використовується для синтезу поліуретану.



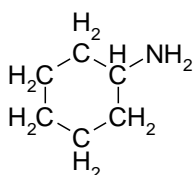
### Теоретичне занурення

Крім поділу на первинні, вторинні і третинні аміни класифікують за характером вуглеводневого залишку. За цією ознакою виділяють:

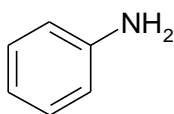
- **аліфатичні аміни** – біля аміногрупи розміщується залишок нециклічного вуглеводню, наприклад, етанамін (а);
- **аліциклічні аміни** – біля аміногрупи розміщується залишок циклічного вуглеводню, наприклад, циклогексанамін (b);
- **ароматичні аміни** – біля аміногрупи розміщується залишок бензену або іншого ароматичного вуглеводню, наприклад, анілін (c);
- **змішані аміни** – це вторинні й третинні аміни із замісниками різних типів, наприклад, N-метиланілін (d):



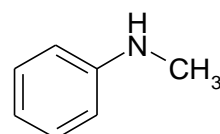
a



b



c



d



### Питання для обговорення

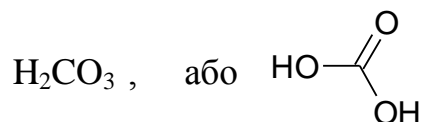
- ❖ Будова молекул сполук класу етери.
- ❖ Спорідненість сполук класів спиртів та етерів.
- ❖ Найважливіші сполуки класу етерів.
- ❖ Використання етерів.
- ❖ Функціональна група сполук класу амінів.
- ❖ Аміни як органічні основи.



### Завдання

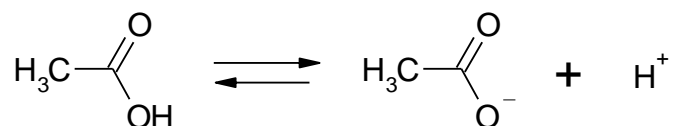
10. Напишіть схему реакції етерифікації за участю метанолу і етанолу. Які етери також утворюються у цій реакції?
11. Складіть формулу і дайте назву вторинному аміну, масова частка Нітрогену у якому становить 31 %.

### **Аналоги карбонатної кислоти (HO-COON)**



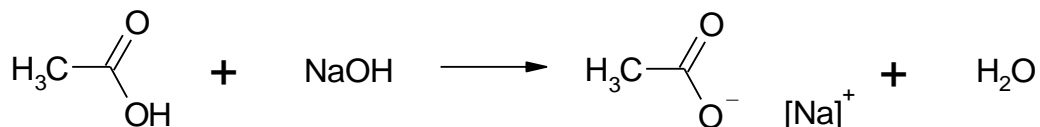
**Карбонові кислоти (R-COON).** Органічні сполуки, що містять одну або декілька карбоксильних груп – COOH. За кількістю цих груп розрізняють одноосновні (бензенова, оцтова кислота), двоосновні (щавлева, фталева) та багатоосновні (лимонна) карбонові кислоти.

У молекулах карбонових кислот, як і молекулах спиртів, містяться гідроксильні групи, унаслідок чого кислоти і спирти виявляють деяку подібність у своїх властивостях. Але в кислотах гідроксильна група зазнає впливу групи атомів карбонілу, в той час як в спиртах на неї чинить вплив вуглеводневий залишок. Вплив карбонільної групи на гідроксил виявляється, зокрема, в тому, що атом Гідрогену гідроксильної групи в кислотах значно більш рухливий, ніж у спиртах: легше заміщується атомами та іонами металів і може відщеплюватися у вигляді катіона, наприклад:





З лугом ці кислоти утворюють солі:

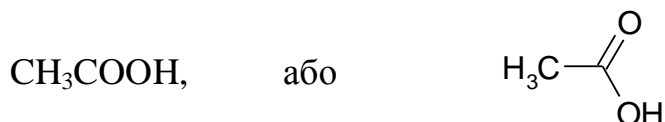


Карбонові кислоти є слабкими кислотами, тому їх солі зазнають гідролізу.

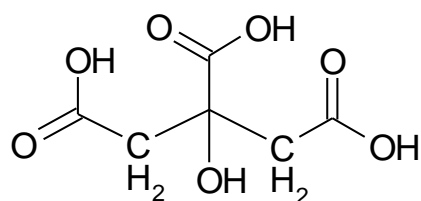
### Етанова кислота (оцтова кислота, ацетатна кислота)



Мал. 15. Кристали крижаної оцтової кислоти



прозора, безбарвна їдка рідина з різким запахом і небезпечною наливною дією. Утворює з металами солі – етаноати (ацетати). Концентрована оцтова кислота замерзає при 16,75°C, тому її ще називають крижаною (мал. 15). Етанова кислота – один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65 % світового виробництва оцтової кислоти використовуються для виготовлення полімерів, похідних целюлози і вінілацетату. Полівінілацетат є основою багатьох ґрунтових покриттів і фарб. З ацетатної целюлози виготовляють ацетатне волокно. Оцтова кислота відома людству з прадавніх часів, у низьких концентраціях міститься в багатьох рослинних та тваринних системах. Оцет (4 – 12 %-й розчин оцтової кислоти у воді) як продукт ферментації вина набув широкого використання понад 5 000 років тому.



Мал. 16. Лимонна кислота у суміші з харчовою содою (у співвідношенні 1:1 за вагою) використовується як розпушувач тіста

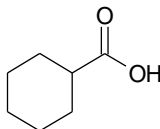
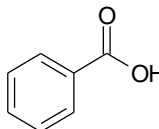
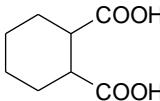
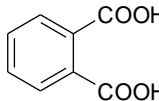
**Лимонна кислота** належить до триосновних оксикислот, оскільки до складу її молекули крім карбоксильних груп входить ще й гідроксильна група. Кристалічна речовина білого кольору, добре розчинна в воді, етанолі (мал. 16). Була відкрита та виділена із соку нестиглих плодів лимона в 1784 р. шведським хіміком Карлом Шеєле (1742 – 1786). Вона широко використовується в харчовій промисловості: при виробництві напоїв, желе, карамелі, як харчова добавка Е330. Входить до складу деяких косметичних засобів і лікарських препаратів. У побуті – у якості слабкого підбілювача.



### Теоретичне занурення

За характером вуглеводневого залишку розрізняють аліфатичні, аліциклічні, ароматичні карбонові кислоти. Кожна з цих груп, у свою чергу, поділяється за кількістю карбоксильних груп на моно, ді та багатокарбонові кислоти (або моно, ди, багатоосновні карбонові кислоти) (табл. 5).

Таблиця 5

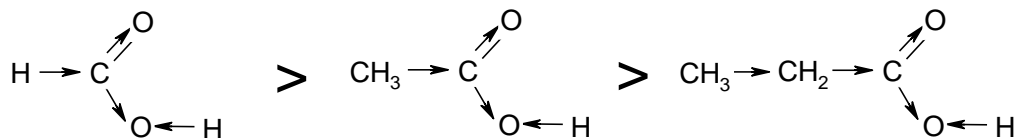
Карбонові кислоти	Аліфатичні	Аліциклічні	Ароматичні
<b>Монокарбонові (одноосновні)</b>	Оцтова кислота $\text{CH}_3\text{COOH}$	Циклогексанкарбонова кислота 	Бензенова кислота 
<b>Дикарбонові (двоосновні)</b>	Щавлева кислота $\text{HOOC}\text{COOH}$	Циклогексан-1,2-дикарбонова кислота 	Орто-Фталева кислота 

Систематичні назви карбонових кислот утворюються з назв алканів з відповідною кількістю атомів Карбону шляхом додавання закінчення *-ова кислота*. Але найчастіше для карбонових кислот вживають тривіальні назви (табл. 6).

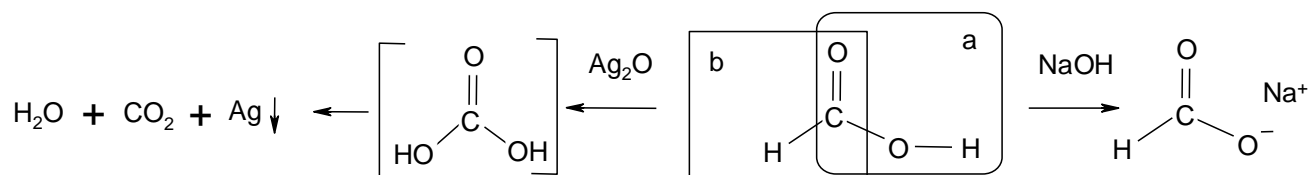
Таблиця 6

Формула кислоти	Назва		
	систематична	тривіальна	походження
$\text{HCOOH}$	Метанова кислота	Мурашина кислота	Лат. <i>formica</i> – мурахи
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Етанова	Оцтова	Лат. <i>acetum</i> – оцет
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Пропанова	Пропіонова	Грец. <i>proto</i> – перший, <i>pion</i> – жир
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Бутанова	Масляна	Лат. <i>buturum</i> – масло
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Пентанова	Валер'янова	З коріння валер'яни
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Гексанова	Капронова	Лат. <i>capra</i> – коза
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Гептанова	Енантова	Грец. <i>oenanthe</i> – квітка винограду
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Октанова	Каприлова	Лат. <i>capra</i> – коза
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Нонанова	Пеларгонова	Лат. <i>pelargonium</i> – пеларгонія
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Деканова	Капринова	Лат. <i>capra</i> – коза

**Мурашина кислота** – перший представник гомологічного ряду монокарбонових кислот. Вона найсильніша з насичених кислот. Зі збільшенням карбонового ланцюга підвищується його позитивний індуктивний вплив на карбоксильну групу, полярність зв'язку O – H зменшується (міцність зростає), внаслідок чого сила кислоти зменшується:



Мурашина кислота має особливість, що вирізняє її серед інших карбонових кислот. У складі її молекули крім карбоксильної групи (а) міститься фрагменти (b), характерний для іншого класу органічних сполук – альдегідів. Тому мурашиній кислоті притаманні деякі властивості альдегідів, зокрема окиснення амоніачним розчином аргентум(I) оксиду (реакція срібного дзеркала).

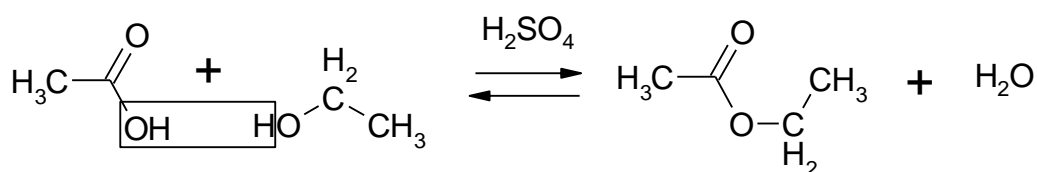


## Естери (R-COOR<sup>1</sup>)

Похідні карбонових кислот і спиртів, тому їх назви походять від назв відповідного спирту і карбонової кислоти. А назва *естер* походить від німецького слова EssigAether, що означає етилацетат.

Естери нерозчинні у воді, проте розчиняються в органічних розчинниках речовини. Якщо карбонова кислота, що утворила естер має кількість атомів Карбону до 18 (нижчі естери), то естер рідкий, якщо більше, як правило твердий. Майже всі нижчі естери мають сильні характерні запахи, інколи різкі і не завжди приємні. Наприклад, у безацетонуву косметичну рідину для зняття лаку з нігтів до складу входить етилацетат. Саме його сильний запах і відчувається при використанні засобу.

Реакція утворення естеру зі спирту і кислоти є оборотною: пряма реакція називається *естерифікацією*, а оборотна – *омиленням естеру*:





Мал. 17. Ароматизаторам повітря часто надають запах фруктів або квітів

Багато естерів карбонових кислот мають характерні фруктові або квіткові запахи, через що їх використовують як штучні ароматизатори (мал. 17). Наприклад,

естери етанової (оцтової) кислоти:  
бутилетаноат має грушевий аромат,  
октилетаноат — помаранчевий,  
бензилетаноат — жасминовий;

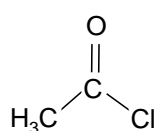
естери бутанової (масляної) кислоти:  
метилбутаноат — яблуневий;  
етилбутаноат — ананасовий або «абрикосовий»;  
етилпентаноат — виноградний;  
етилсаліцилат — м'ятний;  
бензилбензеноат — квітковий.

Естери відіграють велику роль у природі. Рослинні й тваринні жири за хімічною будовою своїх молекул – це естери спирту гліцерину та вищих карбонових кислот.

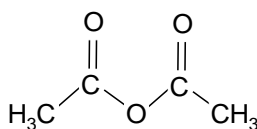


### Теоретичне занурення

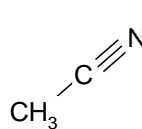
Остання рубрика «Аналоги карбонатної кислоти» об'єднала дві важливі групи органічних сполук. Перша група включає клас карбонових кислот та генетично близькі до нього класи: ангідриди і хлорангідриди карбонових кислот, нітрили, амідни, естери. Ці класи вважаються похідними карбонових кислот, тому що можуть бути з них одержані. Такі як хлорангідрид оцтової кислоти (а), ангідрид оцтової кислоти (b), ацетонітрил (с), амід оцтової кислоти (d):



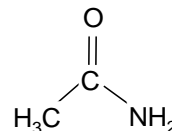
a



b

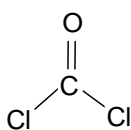


c

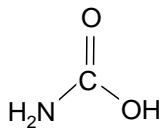


d

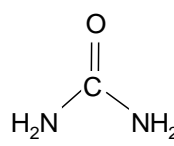
Друга група – це похідними карбонатної кислоти; до них належать такі важливі сполуки: фосген (а), карбамінова кислота (b), сечовина або карбамід (с):



a



b

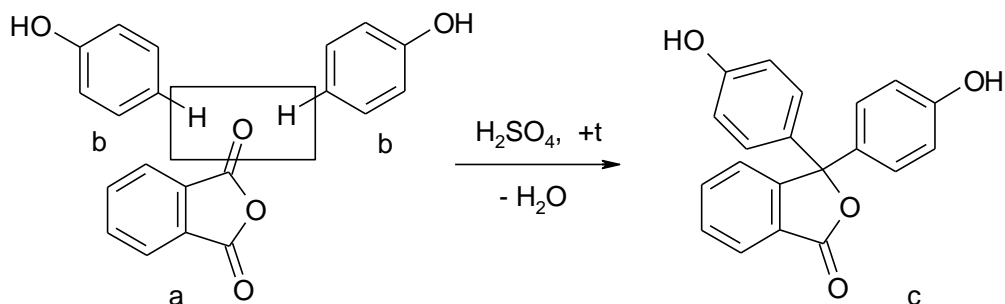


c



### Цікаві подробиці

Фенолфталеїн (с), добре відомий вам індикатор лужного середовища, одержують з ангідриду о-фталевої кислоти (а) і фенолу (b) за допомогою водовіднімальних реагентів:



У нейтральному середовищі він безбарвний, а в лужному відбувається часткова перебудова молекули (вивільняється карбоксильна група і змінюється характер спряження), відтак колір розчину змінюється на рожевий (фуксиновий).

Понад 150 років фенолфталеїн використовували в медицині як проносний засіб (пурген). Зараз використання його має обмеження через подразнювальну дію на шлунок, кишечник та ниркові тканини.



### Питання для обговорення

- ❖ Функціональна група сполук класу амінів.
- ❖ Основні властивості амінів.
- ❖ Характерні ознаки будови молекул карбонових кислот.
- ❖ Різноманітність карбонових кислот.
- ❖ Естери – похідні карбонових кислот.



### Завдання

**12.** У результаті реакції естерифікації утворилася речовина з яскраво вираженим виноградним запахом. Складіть рівняння реакції і обчисліть кількість естеру, що утворився, якщо для реакції взяли 92,14 г спирту.

**13.** У магазинах продають сухий розпушувач тіста (пекарський порошок), який складається переважно з лимонної кислоти і харчової соди. Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається між цими речовинами під час замішування і випікання тіста. Визначте, в якому масовому співвідношенні змішують кислоту і соду для одержання сухого розпушувача тіста.

## 6. Органічні речовини в живій природі. Рівні структурної організації органічних речовин

**Жива і косна матерії.** Все в нашому світі побудовано з матерії різних видів. Два основних її види – це *жива матерія* (Biota) і *косна матерія* (Materia inertis). Кожна з них має свої характерні особливості. Так, для живої матерії характерні: відносно малий час існування і здатність до змін і розвитку. Косна матерія, навпаки, залишається незмінною невизначено довгий проміжок часу. Але всі види матерії пов'язані один з одним і перебувають у відносній рівновазі.

І косна, і жива матерія побудовані з атомів хімічних елементів, кількість яких на планеті є сталою. Зміни і розвиток живої матерії пов'язані з процесами асиміляції та дисиміляції, що змінюють один одного. У такий спосіб відбувається кругообіг хімічних елементів у природі. Оскільки жива матерія існує менший проміжок часу, то й обіг в ній відбувається швидше. Атоми, що входять спочатку до складу однієї речовини, внаслідок хімічних перетворень мігрують до інших сполук через навколишнє середовище. У процесі міграції крім навколишнього середовища беруть участь зовнішнє і внутрішнє середовища організмів, а також ґрунт. Закономірності такого кругообігу елементів у природі вивчає наука *біогеохімія*.

**Біосфера та функції живої матерії.** *Біосфера* – специфічна оболонка Землі, состав, структура та енергетика якої зумовлені минулою і теперішньою діяльністю живої матерії.

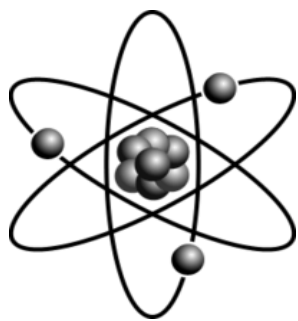
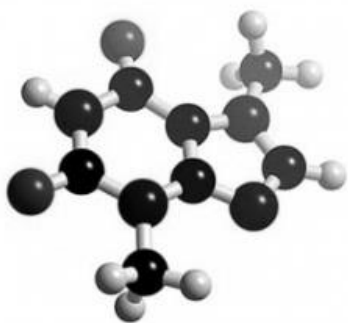
Біосфера складається з *живої матерії*, *біогенної матерії* – органомінеральних і органічних продуктів, створених живою матерією (вугілля, газ, нафта, торф гумус тощо), *біокосної матерії* – утворення живої й неживої природи (вода, атмосфера, осадові породи тощо).

Як уже зазначалося, жива матерія постійно змінюється. Ці трансформації – не просто властивість біоти, а засіб її існування. Тобто якщо припиняються зміни, матерія стає неживою. Такий рух матерії впливає на навколишній світ, виконуючи такі функції.



**Володимир Іванович  
Вернадський**  
(1861 – 1945)

Російський учений  
природодослідник,  
розробник учення про  
ноосферу, засновник  
науки біогеохімії



Мал. 18. Рівні структурної організації речовин

*Енергетична функція* здійснюється насамперед рослинами, що в процесі фотосинтезу акумулюють сонячну енергію у вигляді різноманітних органічних сполук. Для існування і розвитку біосфери необхідна енергія. Власних джерел енергії вона не має і може споживати її тільки від зовнішніх джерел. Енергетичною основою біосфери Землі є Сонце.

*Концентраційна (накопичувальна) функція* – вибіркове накопичення певних речовин, розсіяних у природі, в живих істотах. Це такі речовини, як водень, вуглець, азот, кисень, солі Кальцію, Магнію, Натрію, Калію, Фосфору та багатьох інших елементів, включаючи важкі метали. Черепашки молюсків, панцирі діатомових водоростей, скелети тварин – все це приклади прояву концентраційної функції живої речовини. Мінералізація органічних речовин, розкладання відмерлої органіки до простих неорганічних сполук, хімічний розклад гірських порід, залучення мінералів, що утворилися, до біотичного кругообігу визначають *деструктивну (руйнівну) функцію* живої речовини. Цю функцію в основному виконують гриби і бактерії. Мертва органічна речовина розкладається до простих неорганічних сполук (вуглекислого газу, води, сірководню, метану, амоніаку тощо), які знову використовуються в початковій ланці кругообігу. Цю роль виконує спеціальна група організмів – редуценти (деструктори).

Жива речовина перетворює фізико-хімічні параметри середовища на умови, сприятливі для існування організмів. У цьому полягає ще одна головна функція живої речовини – *середовищеутворювальна*. Наприклад, ліси регулюють поверхневий стік, збільшують вологість повітря, збагачують атмосферу киснем.

### **Рівні структурної організації речовин.**

Структурна організація матерії – це єдність складу, будови та зумовлених ними властивостей матеріальних об'єктів. Виділяють три рівні структурної

організації хімічної форми руху матерії. Перший, *атомний рівень*, продовжується другим, *молекулярним*, а той, у свою чергу, дає початок третьому, *полімерному рівню* (мал. 18). Вони тісно пов'язані з граничними рівнями структурної організації фізичної та біологічної форм руху матерії, а саме з рівнем елементарних частинок (фізична форма руху) і клітинним рівнем (біологічна форма руху). Цілісність знань про рівні структурної організації форм руху матерії є переконливою ілюстрацією єдності матеріального світу.

Атомний рівень характеризується взаємозалежністю між будовою електронних оболонок атомів, їх розташуванням у просторі та кількісними можливостями взаємодії атомів між собою (валентністю). Сполучення атомів між собою здійснюється за допомогою ковалентних, йонних, міжмолекулярних, сил водневих зв'язків та ін.

Речовинам молекулярного рівня організації матерії притаманні такі ознаки, як ковалентний тип зв'язку між атомами в молекулах, сталий склад молекул, стала молекулярна маса.

Для речовин полімерного рівня характерні ковалентний та міжмолекулярний типи зв'язку; відсутність сталого значення відносної молекулярної маси; структурні показники: ступінь полімеризації, розгалуженість і регулярність. Речовини полімерної будови – білки й нуклеїнові кислоти – є основою для переходу від неживої природи до живої.



### **Цікаві подробиці**

- Азотобактер – бактерія, яка живе в ґрунті й здатна зв'язувати атмосферний азот у сполуки, доступні для використання рослинами.
- У сільському господарстві застосовують прийом, що називається *сидерацією*. Висаджені рослини сімейства бобових (люпин, буркун, чину, конюшину) заорюють у стадії бутонізації у ґрунт (мал. 19). У цьому випадку рослину використовують як біологічний акумулятор азоту.



Рис 19. Конюшина



### **Питання для обговорення**

- ❖ Біосфера і її структура.
- ❖ Роль органічних молекул у функціях накопичування і акумулювання живої матерії.



## Підсумовуючи вивчене в розділі

Sapere aude (май смілість знати!)

*Горацій*

### ***У цьому розділі ви дізналися про:***

зародження наукової думки;  
форми наукового знання та їхній взаємозв'язок;  
розвиток уявлень про будову хімічних речовин;  
теорію будови органічних речовин О. М. Бутлерова;  
засоби зображення молекул органічних сполук;  
ізомерію як явище;  
багатоманітність похідних води, амоніаку, аналогів карбонатної кислоти;  
функції живої матерії;  
рівні структурної організації речовин;  
наукове коло біогеохімії.

### ***Занурилися у теоретичні принципи:***

класифікації органічних сполук;  
дії електронних ефектів у молекулі;  
структурної та просторової ізомерії алканів і алкенів;  
тривіальних назв та систематичної і раціональної номенклатури насичених вуглеводнів;  
систематичної номенклатури алкенів, алкінів і аренів;  
класифікації аліфатичних, аліциклічних і ароматичних спиртів;  
утворення й виявлення вибухонебезпечних речовин у діетиловому етері;  
класифікації амінів;  
класифікації кислот і властивості мурашиної кислоти;  
різниці похідних і аналогів карбонатної кислоти;  
агротехнічного прийому сидерації.

### **Зацікавилися подробицями:**

відкриття мовеїну;  
поняття про дзеркальну ізомерію алканів;  
виникнення назви індофенінової реакції;  
особливостей контракції етилового спирту;  
виготовлення абсолютного спирту;  
історії етерного наркозу;  
будови, синтезу і властивостей фенолфталеїну.

**Дослідили** просторову будову молекул алканів на власноруч виготовлених моделях.

### **Перевірте себе:**

- назвіть основні положення теорії будови органічних речовин О. М. Бутлерова;
- наведіть приклади структурних формул насичених вуглеводнів;
- розкрийте роль ізомерії для пояснення багатоманітності органічних речовин;
- перелічіть види ізомерії, що характерні для насичених вуглеводнів;
- дайте назви насиченим вуглеводням за їхньою формулою;
- розкрийте значення терміну *функціональна група*;  
наведіть приклади органічних сполук різних класів;
- охарактеризуйте рівні структурної організації органічних речовин.

## Розділ 2

### Використання природних і синтетичних органічних речовин

**І терпентин на щось корисний!**

*Козьма Прутков*

**Використання певного принципу для справи  
набагато цінніше самого принципу.**

*Дмитро Писарєв*

**Все, чого ми насправді потребуємо,  
або коштує дешево, або нічого не коштує.**

*Сенека*

## 7. Природні джерела органічних речовин

**Природний і супутній нафтовий газ, їхній склад, використання.** В Україні добре відомі Угерське, Дашавське і Шебелінське родовища газу (мал. 20). До складу природного газу входять переважно метан і невелика кількість інших газуватих вуглеводнів (етан, пропан, бутан, пентан). Але його склад може бути різним залежно від родовища. Наприклад, природний газ з Дашавського родовища має такий склад: метан – 97,8 %, етан – 0,5 %, пропан – 0,2 %, ізомери бутану – 0,1 %, ізомери пентану – 0,05 %, вуглекислий газ – 0,05 %, азот – 1,3 %.

Кожне родовище нафти супроводжується вуглеводневими газами, що можуть збиратися над її поверхнею або бути розчиненими в нафті (мал. 21). Їх називають супутніми газами. Склад супутніх газів подібний до складу природного газу, але відрізняється відсотковим умістом вуглеводнів. Переважну частину їх становить метан, але його значно менше (може бути менш ніж 40 %), а відсотковий вміст важких вуглеводнів (етану, пропану та ізомерів бутану і пентану), навпаки, збільшується.

Природний газ широко використовується як паливо для машин, котелень тощо, в житлових приватних і багатоквартирних будинках для опалення, підігрівання води та приготування їжі. Нині у хімічній промисловості він слугує вихідною сировиною для добування різних органічних речовин, наприклад пластмас. У XIX ст. природний газ використовувався переважно в газових ліхтарях для освітлення вулиць і приміщень.

З погляду екологічної безпеки природний газ є найчистішим видом палива. Під час згоряння природного газу утворюється значно менше шкідливих речовин порівняно з іншими видами палива. Проте спалювання величезної кількості палива різних видів, в тому числі й природного газу, за останні півстоліття призвело до збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері, який є складовою парникових газів. Деякі вчені на цій підставі роблять висновок про небезпеку виникнення парникового ефекту і як наслідок – різкого потепління.



Мал.20. Факел газового родовища



Мал. 21. Нафтові свердловини



## Цікаві подробиці



Мал.22. Газові ліхтарі на вулицях «старої» Праги

- Дашавське газове родовище, відкрите в 1920 р. на території Львівської області поблизу міста Стрий, стало першим в Україні, що було введено до експлуатації (1924 р.).

- У Празі до теперішнього часу збереглося понад 500 газових ліхтарів. Як і в часи появи на міських вулицях у XIX ст., їх обслуговують ліхтарники. З кожним роком «історичних» ліхтарів більшає. Вони освітлюють вулиці Старого Міста (району) столиці Чехії під час різдвяних і новорічних свят, створюючи романтичну атмосферу і приваблюючи туристів (мал. 22).

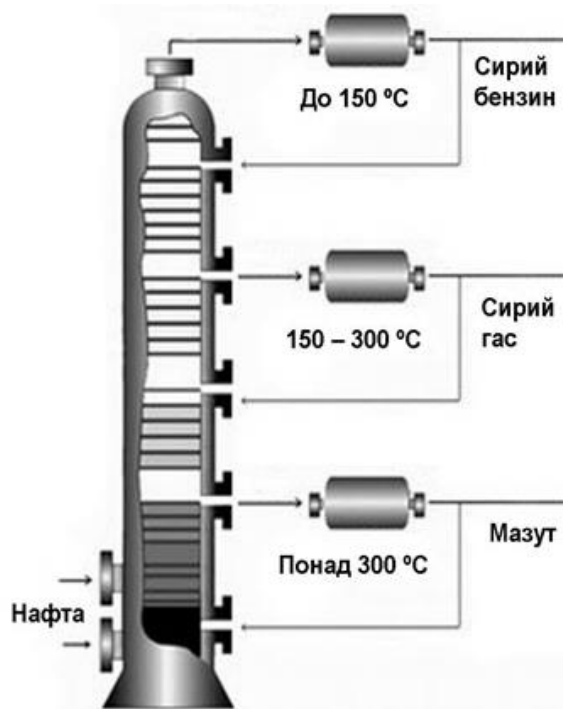


Мал.23. Ректифікаційні колони нафтопереробного заводу

**Склад і властивості нафти.** *Нафта* – одне з основних джерел рідкого палива для двигунів внутрішнього згоряння і цінна сировина для хімічної промисловості (мал. 23). З речовин, що вилучають з нафти, одержують синтетичні каучуки, пластичні маси, хімічні волокна та багато іншого. За зовнішнім виглядом нафта – оліїста рідина з характерним неприємним запахом. Колір нафти – від жовтого або світло-бурого до чорного – залежить від її складу (родовища). Нафта легша за воду, її щільність становить  $0,73 - 0,86 \text{ г/см}^3$ . Нафта є сумішшю газуватих, рідких і твердих вуглеводнів. А відсотковий уміст речовин, як і у випадку природного і супутніх газів, залежить від родовища, з якого нафту видобуто. І досвідчені фахівці за складом нафти можуть відразу вказати її можливе походження.

**Продукти перегонки нафти, їх застосування.** З природних родовищ видобувають *сиру нафту*, яка потребує очищення від газів, води, сполук Сульфуру, нафтових кислот і солей. Після очищення нафту декілька разів *фракціонують* – розділяють на групи вуглеводнів (*фракції*) за температурою кипіння. Фракціонування відбувається шляхом нагрівання очищеної сирової нафти в спеціальних колонах і конденсацією пари органічних сполук на різних ділянках колони (мал. 24).

Продуктами першого фракціонування є *сирий бензин* (до 150 °C), *сирий гас* (150 – 300 °C) і *мазут* (понад 300 °C). Сирі бензин і керосин знов піддають фракціонуванню, одержуючи паливо спеціального призначення: різні види автомобільного та авіаційного бензину, а також *освітлений* (паливо для ракетних двигунів), *тракторний легкий* та *тракторний важкий гас*. Мазут фракціонують з водяною парою і одержують сировину для виготовлення мастильних і мінеральних масел (машинне і авіаційне мастило, автол), вазеліну, парафіну та інших матеріалів. Твердий залишок після фракціонування нафти називають *нафтовим піском*, або *нафтовим асфальтом*.



Мал. 24. Фракціонування сирої нафти

Нафта використовується переважно для одержання палива різних видів. Вона також є цінною сировиною до нафтової промисловості. Крім насичених вуглеводнів, що становлять основну частину нафти, до її складу входить багато речовин різних класів, у тому числі ненасичені, ароматичні, гетероциклічні сполуки, що містять Сульфур, Нітроген, Оксиген. Різними способами з них добувають речовини для виробництва пластмас, синтетичного каучуку, спиртів, кислот, синтетичних мийних засобів, вибухових речовин, отрутохімікатів, синтетичних жирів і багато іншого.

**Детонаційна стійкість бензину.** *Детонаційною стійкістю палива* називають параметр, що характеризує здатність вуглеводневого (або будь-якого іншого) палива протистояти самозайманню при стисканні. Це найважливіша кількісна характеристика палива, на основі якої визначається його сортність і застосовність у двигунах тієї або іншої конструкції.

Для автомобільних двигунів важливим є детонаційна стійкість бензину, яка вимірюється *октановим числом*. Високий показник октанового числа бензину означає високу детонаційну стійкість палива, що забезпечує його нормальне згорання у всіх режимах експлуатації двигуна.

При стисненні бензино-повітряної суміші у циліндрі двигуна, її температура підвищується, і починається окислення вуглеводнів, яке прискорюється після запалення суміші. При низькій детонаційній стійкості палива підвищення

тиску і температури провокує швидке утворення вибухонебезпечних перекисних сполук. Збільшення їх концентрації може привести до теплового вибуху і займання палива до встановленої запальною системою двигуна миті. Це викликає перегрів, підвищений знос, або навіть місцеві руйнування двигуна, і супроводжується різким характерним звуком, падінням потужності, збільшенням диму у вихлопних газах.

Для збільшення октанового числа бензину використовують різноманітні присадки (добавки), що збільшують детонаційну стійкість і уповільнюють процес згоряння палива (алкільні похідні свинцю, МТБЕ (метил-*трет*-бутиловий етер) та ін.).



### Теоретичне занурення

Під час вторинної переробки нафти, з метою збільшення виходу бензину, вираховують методи, що змінюють структуру вуглеводнів, які входять до складу отриманих при первинній переробці фракцій. Серед цих методів важливу роль відіграє *крекінг* – розщеплення вуглеводнів нафти.

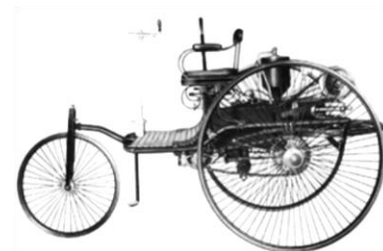
Розрізняють два види крекінгу: термічний і каталітичний. *Термічний крекінг* відбувається за температури 450 – 550 °C і тиску 20 – 70 атм. При цьому молекули вуглеводнів з великим числом атомів Карбону розщеплюються на дрібніші молекули насичених і ненасичених вуглеводнів. Це дає змогу збільшити вихід автомобільного бензину до 70 %. *Каталітичний крекінг* проводять при 450 °C у присутності алюмосилікатів під атмосферним тиском. У такий спосіб одержують авіаційний бензин з виходом до 80 %. Теоретичну основу цього методу розроблено М. Д. Зелінським. Під час крекінгу утворюється велика кількість газів. Крекінг-гази складаються головним чином з насичених і ненасичених вуглеводнів і використовуються як сировина у хімічній промисловості.



### Цікаві подробиці

- Близько 3 тис. років до нашої ери стародавні єгиптяни, мешканці Межиріччя, збираючи нафту з поверхні води у річках, використовували її для будівництва, освітлення житла, лікування захворювань шкіри, додавали до бальзамічних сумішей.
- «Грецький вогонь» – найсильніша зброя Середньовіччя – винайдена в VII ст. до н.е. Сучасні вчені вважають, що до її складу входили нафта, селітра, каніфоль і сірка.

- Перша нафтова свердловина в Китаї з'явилася в 347 р. до н. е. Як нафтопровідні трубки будівельники використали очеретові стеблини.
- Відправною точкою масштабного використання людством продуктів нафтопереробки можна вважати 1882 рік. Тоді угорський інженер Донат Банкі побудував перший карбюратор із жиклером, з якого бензин не випаровувався, а утворювався бензиновий аерозоль завдяки спрямованому току повітря. Цей прообраз сучасних карбюраторів уможливив використання нафтопродуктів як палива в двигунах внутрішнього згоряння (раніше послуговувалися «світільним газом» – продуктом сухої перегонки деревини і вугілля). А у 1886 році німецькі інженери Карл Бенц і Готліб Даймлер запатентували одноциліндровий автомобіль з двигуном карбюраторного типу (мал. 25). Потужність його складала аж 0,75 кінської сили!



Мал. 25. Автомобіль К. Бенца і Г. Даймлера



### **Питання для обговорення**

- ❖ Природний і супутній газ як природні утворення.
- ❖ Склад і використання природного газу.
- ❖ Хімічний склад нафти.
- ❖ Технологія та основні продукти нафтопереробки.
- ❖ Використання нафти і газу.
- ❖ Нафта і газ: питання хімічної та екологічної безпеки.



### **Завдання**

14. У побуті використовується пропан, який продається у балонах різного об'єму. Газ у них знаходиться під тиском у зниженому стані. Тож, балон, ємність якого складає 5 л важить 2 кг. Розрахуйте, який об'єм має така кількість пропану за нормальних умов.
15. Зберіть інформацію про використання продуктів нафтопереробки. Запропонуйте свою власну класифікацію нафтопродуктів за значенням у побуті, промисловості тощо.



## Лабораторна робота 2. Ознайомлення зі зразками продуктів нафтопереробки



Мета: (самостійно сформулюйте мету лабораторної роботи, перелічивши ключові слова з назв запропонованих дослідів).

Матеріали та обладнання: зразки гексану, бензину, гасу, дизельного палива, машинного мастила, мазуту; скляні палички; предметні скельця; пробірки з водою.

Попередження: усі зразки нафтопродуктів **горючі**, а пари деяких з них – **вибухонебезпечні!** Стережіться відкритого вогню та іскор! Вивчаючи запах, спрямовуйте повітря, що над поверхнею зразку, в свій бік повільними рухами руки!

### Дослід 1. Вивчення зовнішніх ознак продуктів нафтопереробки.

Вивчіть зовнішні ознаки запропонованих зразків продуктів нафтопереробки. Зверніть увагу на: колір та прозорість зразка; агрегатний стан зразка; в'язкість (якщо зразок рідкий); характер запаху (м'який, різкий, насичений або ін.).

Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці (с. 55).

### Дослід 2. Швидкість випаровування зразків нафтопродуктів за кімнатної температури. (Працюйте у витяжній шафі!)

На предметне скельце за допомогою скляних паличок нанесіть по одній краплі досліджуваних зразків і залиште їх у витяжній шафі на 10-15 хв. Через кожні 2 – 3 хв. перевіряйте, як змінюються розміри крапель. Після завершення експерименту дослідіть характер залишку від крапель, що випарилися, роздивляючись предметне скельце під різними кутами.

Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці.

### Дослід 3. Змішування нафтопродуктів з водою.

У пробірку налийте 2 мл води. Скляною паличкою, не торкаючись стінок пробірки і поверхні води, внесіть 1 – 2 краплі зразка нафтопродукту. Зверніть увагу на характер контакту зразка з водою: розчиняється чи ні; занурюється чи залишається на поверхні. Обережно струсіть пробірку, зверніть увагу на характер розподілу зразка у воді й залиште пробірку на 3 – 5 хв. Знов перевірте характер розподілу нафтопродукту у воді.

Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці.

### Дослід 4. Взаєморозчинення продуктів нафтопереробки.

На предметне скельце скляною паличкою нанесіть 1 краплю машинного мастила, а поруч, упритул до неї – краплю гексану. Спостерігайте за зміною консистенції та в'язкості машинного мастила. Зробіть висновок про розчинність машинного мастила у гексані. Дослід повторіть з парами зразків: мастило – бензин, мастило – гас, мазут – гексан, мазут – бензин, мазут – гас. Визначте випадки, коли розчинність відбувалася найшвидше.

Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці.

Зразок	Гексан	Бензин	Гас	Дизельне паливо	Машинне мастило	Мазут
Температура відділення основної фракції, °C						
Зовнішні ознаки						
Швидкість випаровування при кімнатній температурі, хв.						
Відношення до води						
Взаєморозчинення						

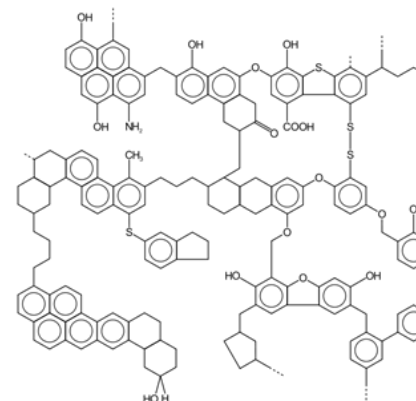
**Висновки:** (зробіть висновки про характерні зовнішні ознаки та певні фізико-хімічні властивості вивчених зразків продуктів нафтопереробки. Зауважте їх спільні риси і характерні відмінності).

### Кам'яне вугілля, продукти його переробки.

Кам'яне вугілля – тверда горюча корисна копалина, паливо і сировина для хімічної промисловості. Хімічна структура вугілля достатньо складна (мал. 26), а елементний та речовинний склад його залежать від родовища. Промислова стандартизована класифікація залежно від хімічного складу й властивостей визначає 10 марок кам'яного вугілля. Головними критеріям його хімічного складу вважаються: вміст Карбону, який залежно від якості копалини послідовно збільшується від 76 до 92 %, і вихід летких речовин, що поступово зменшується з 42 до 7 – 12 %.

**Кокс.** Основним продуктом переробки кам'яного вугілля є кокс – тверда пориста речовина сірого кольору, що містить від 78 до 95 % Карбону (мал. 27). Кокс утворюється внаслідок нагрівання кам'яного вугілля до 1 000 °C без доступу повітря. При цьому з вугілля вилучають *коксівий газ*, воду та *кам'яновугільну смолу*. З кам'яновугільної смоли шляхом фракціонування виділяють бензен, нафтален, антрацен, фенантрен і деякі їх гомологи.

До складу коксового газу входять: водень (~60 %), метан (~25 %), карбон(II) оксид (~7 %), решта – амоніак, сірковуглець та інші речовини.



Мал.26. Хімічна структура кам'яного вугілля



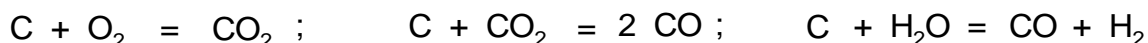
Мал.27. Кокс

Основна маса високоякісного вугілля переробляється в кокс, який використовується при виготовленні чавуну. Більша частина некоксівного вугілля слугує паливом на теплових станціях і котельнях. На перший погляд, це виправдано, бо низькосортне і буре вугілля коштує набагато дешевше, ніж паливо інших видів. Однак, таке використання кам'яного вугілля є нераціональним і небезпечним для навколишнього середовища, бо супроводжується великими викидами в атмосферу золи, вуглекислого газу і сполук Сульфуру.



Мал. 28. Установка для добування генераторного газу

**Генераторний газ.** Одним із перспективних способів переробки вугілля для використання його як палива вважається *газифікація*. Технологія добування так званого *генераторного газу* відома давно, її активно застосовували до середини ХХ ст. На території СРСР працювали близько 350 газогенераторних станцій, але через стрімкий розвиток нафто- і газовидобувної промисловості цей метод не набув поширення. За відомою технологією можна використовувати паливо для газифікації різних видів (деревину, деревне вугілля, відходи деревообробки, різні види кам'яного вугілля і сланців тощо). *Генераторний газ*, який утворюється під час такої переробки, являє собою повітряно-газову суміш, до складу якої входять ще чадний газ і водень. У газогенераторі (мал. 28) відбуваються такі реакції:



Генераторний газ можна використовувати як паливо на теплових станціях і в виробництвах, у двигунах внутрішнього згорання, газових турбінах та ін.

Сучасні перспективи газифікації бурого вугілля – це технології шарової, потокової газифікації з використанням низькотемпературної плазми, що їх запатентовано в Україні. Метод заснований на утворенні реакційних зон безпосередньо в підземному вугільному пласті за допомогою технологій спрямованого буріння. Крізь спеціальну свердловину подається повітря, і всі газогенераторні процеси відбуваються у вугільному пласті, а назовні, також крізь свердловини, подається газова суміш, що утворилася. Такий спосіб одержання генераторного газу є менш енергоємним та екологічно безпечним.

В Україні є значні запаси бурого вугілля і сланців (за оцінками спеціалістів, вони становлять приблизно 8 млрд тонн) і чималий науково-виробничий потенціал, що дає їй реальну можливість розв'язати паливно-енергетичну проблему і вивести країну з розряду енергодефіцитних.



### **Цікаві подробиці**

- За геологічними запасами викопного вугілля Україна посідає 1-ше місце в Європі і 8-ме місце в світі. Розвідані запаси вугілля в Україні становлять близько 45 млрд тонн, прогнозні запаси — понад 117 млрд тонн. Найбільші вугільні запаси зосереджено в Донецькій, Луганській та Дніпропетровській областях.
- Історія вугільної промисловості України налічує понад 120 років.
- Найбільший видобуток кам'яного вугілля в Україні зафіксовано в 1976 р., він становив 218,1 млн тонн.
- У 1991 р. в Україні працювало 276 вугільних шахт, а до 2008 р. їх кількість зменшилася до 160.
- У Японії газифікацію проводять із застосуванням плазмових технологій для переробки побутових і промислових відходів, що забезпечує виробництво синтез-газу для опалення міст, створення будівельних матеріалів, добування металів. До того ж це практично безвідходна технологія.
- Коли світове співтовариство оголосило ПАР ембарго на постачання в країну нафти і нафтопродуктів, там проблему енергозабезпечення розв'язали шляхом газифікації вугілля, отримавши енергетичний газ, моторне паливо і тим самим допомігши економіці країни уникнути колапсу.



### **Питання для обговорення**

- ❖ Кам'яне вугілля як вид палива.
- ❖ Найважливіші продукти переробки кам'яного вугілля і їх застосування.
- ❖ Перспективи вугільної промисловості в Україні.
- ❖ Використання вугілля і його вплив на довкілля.



### **Завдання**

16. Скільки вугілля, що містить 80% Карбону, знадобиться на перетворення 2 молей вуглекислого газу на чадний у газогенераторній установці?
17. Який об'єм вуглекислого газу викидається у атмосферу при спалюванні 1 кг кам'яного вугілля, що містить 76% Карбону?

## 8. Основні види палива та їхнє значення в енергетиці країни



Мал. 29. Внаслідок використання людиною різних видів палива у атмосферу щорічно викидається понад 1 700 млн тон газів

*Паливо* – горючі природні або штучні речовини, що під час ініційованого процесу окиснення (спалюванні) слугують джерелом теплової енергії, а газоподібні та, частково, тверді продукти окислення викидаються у повітря (мал. 29). Як ви вже знаєте, переважна більшість органічних речовин горять з утворенням вуглекислого газу і води, але як паливо використовуються лише ті, що мають достатньо високий коефіцієнт тепловіддачі (табл. 6). Класифікують паливо за агрегатним станом (схема 2) і походженням (схема 3). При активному використанні його запаси вичерпаються протягом декількох десятиліть (табл. 7).

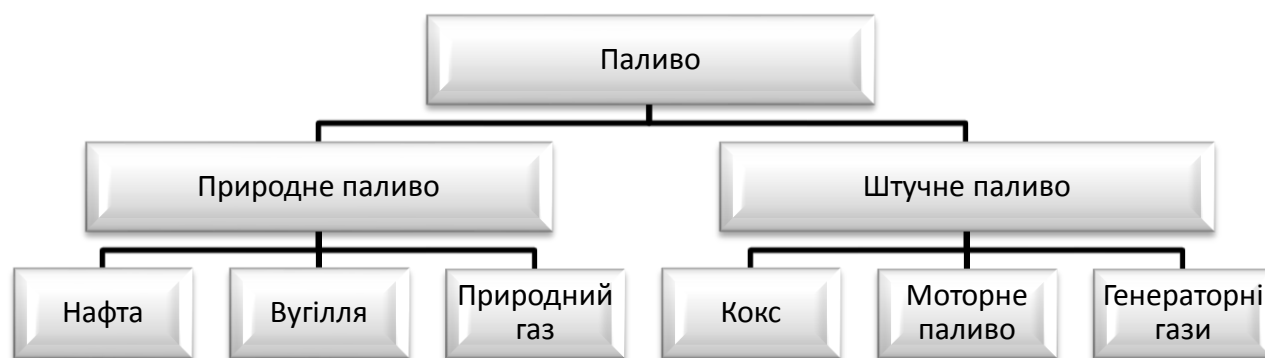
Таблиця 6  
Показники тепловіддачі палива

Паливо	Вміст Карбону, %	Теплота згоряння, кДж/кг
Антрацит	95	34 000
Кам'яне вугілля	75 – 90	35 000
Буре вугілля	65 – 70	28 000
Торф	55 – 60	23 000
Нафта	80 – 87	44 000
Природний газ	95	50 000

Схема 2  
Класифікація палива за агрегатним станом



## Класифікація палива за походженням



Таблиця 7

Розвідані запаси викопного палива млрд. тонн

Вид палива	Увесь світ	Європа	Україна
Вугілля	799,8	72,6	34,00
Нафта	199,4	3,8	0,23
Природний газ	172,8	6,5	1,10

Всі перелічені вище види палива вважаються традиційними, крім них існують ще альтернативні види палива. Головним чином їх отримують при переробці торфу (мал. 30), горючих сланців (мал. 31) та не коксівних видів вугілля.

До рідкого альтернативного палива належать: горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (вугілля, торфу, сланців); спирти та їх суміші, олії, інше рідке біологічне паливо, одержане з біологічної сировини (у тому числі з поновлюваних відходів сільського та лісового господарства, інших біологічних відходів); горючі рідини, добуті з промислових відходів, у тому числі газових викидів, стічних вод, виливів та інших відходів промислового виробництва; паливо, одержане з нафти і газового конденсату нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ з важких сортів нафти та природних бітумів.

До газового альтернативного палива належать: метан вугільних родовищ, а також газ, добутий у процесі підземної газифікації та підземного спалювання вугільних пластів; газ, одержаний під час переробки твердого палива (кам'яне та буре вугілля, горючі сланці, торф), природних бітумів, важкої нафти; газ, що міститься у



Мал. 30. **Торф** – порода рослинного походження, утворена протягом частково мінералізованими рослинними залишками (трав, мохів та деревини)



Мал. 31. Горючі сланці - осадові гірські породи глинистого або кременистого походження

водоносних пластах нафтогазових басейнів з аномально високим пластовим тиском, інших підземних газонасичених водах, а також у газонасичених водоймах і болотах; газ, одержаний з природних газових гідратів; біогаз, генераторний газ, інше газове паливо, одержане з біологічної сировини, у тому числі з біологічних відходів; газ, одержаний з промислових відходів (газових викидів, стічних вод промислової каналізації, вентиляційних викидів, відходів вугільних збагачувальних фабрик тощо); стиснений та зріджений природний газ, зріджений нафтовий газ, супутній нафтовий газ, вільний газ метан, якщо їх добуто з газових, газоконденсатних та нафтових родовищ непромислового та вичерпаних родовищ.



### Цікаві подробиці



Мал. 32. Аеропорт під час торф'яних пожеж під Москвою (2010 р.)

- Торф виконує важливу екологічну функцію. В ньому накопичуються продукти фотосинтезу, і в такий спосіб торф акумулює атмосферний Карбон. Торфи слугують природним фільтром для води, ефективно поглинаючи сполуки важких металів та інші домішки.
- Під час горіння торф'яників у повітря викидаються у великій кількості дрібні важкі часточки, чадний газ, бензен, та інші речовини. Цей задушливий туман загрожує здоров'ю людей, паралізує роботу транспорту (мал. 32).



### Питання для обговорення

- ❖ Види палива за походженням.
- ❖ Торф як вид палива.
- ❖ Горючі сланці та їх енергетична цінність.



### Завдання

18. Порівняйте енергетичну цінність різних видів палива. Скільки торфу треба спалити, щоб отримати таку ж кількість тепла, як від згоряння 1 кг кам'яного вугілля?
19. Зберіть інформацію про використання альтернативних (змішаних) видів палива. Поясніть причини виникнення таких видів палива.

### **Лабораторна робота 3.** Ознайомлення зі зразками продуктів коксування вугілля та різних видів палива



Мета: (сформулюйте самостійно мету лабораторної роботи, перелічивши ключові слова з назв запропонованих дослідів).

Матеріали та обладнання: колекція твердих видів палива (природне паливо: деревина, солома, торф, буре вугілля, кам'яне вугілля, антрацит, горючий сланець; штучне паливо: кокс), зразки гексану, бензину, гасу, дизельного палива, машинного мастила, мазуту; скляні палички; предметні скельця; пробірки з водою.

Попередження: усі зразки нафтопродуктів **горючі**, а пари деяких з них – **вибухонебезпечні!** Для запобігання утворенню вибухонебезпечної суміші легко займистих рідин з повітрям досліди 2 і 3 виконуйте у витяжній шафі.

#### Дослід 1. Візуальне вивчення зразків з колекції твердих видів палива.

Проведіть візуальне вивчення зразків з колекції твердих видів палива. Опишіть їх зовнішній вигляд (колір, наявність блиску, відчуття на дотик, важкість, твердість), походження (природні, штучні, рослинні, викопні тощо), галузі використання.

#### Дослід 2. Займання та горіння бензину, гасу та мазуту.

а) Смужки фільтрувального паперу по черзі змочіть у бензині, гасі, мазуті; візьміть смужку тигельними щипцями і підпаліть. Опишіть характер горіння різних речовин. Речовини горять яскравим полум'ям. Деякі з них коптять.

б) У порцелянові чашки по черзі помістіть по декілька крапель бензину, гасу, машинного мастила або мазуту. Підпаліть їх за допомогою довгої скіпки, тримаючи її над поверхнею зразка. Зверніть увагу на характер займання різних видів палива.

#### Дослід 3. Займання та горіння етилового спирту.

а) У порцелянову чашку налейте 2 – 3 мл спирту і підпаліть його за допомогою скіпки. Опишіть колір і яскравість полум'я.

б) На металеву пластинку помістіть кристали хром(VI) оксиду. Поверхню кристалів змочіть 2 – 3 краплями етанолу, наносячи їх за допомогою піпетки з невеликої відстані. Спирт займається. Хром(VI) оксид перетворюється на хром(III) оксид. Зафіксуйте зміну кольору сполуки Хрому. Складіть рівняння хімічної реакції горіння етанолу.

в) У порцелянову чашку для випаровування помістіть трохи подрібненого калій перманганату і з піпетки додайте до нього концентрованої сульфатної кислоти до утворення густої кашки. При цьому утворюється манган(VII) оксид; додайте до нього декілька крапель етанолу з піпетки. Спирт займається.

Висновки: (зробіть висновки про характерні зовнішні ознаки та певні фізико-хімічні властивості вивчених зразків різних видів палива. Зауважте їх спільні риси і характерні відмінності. Встановіть логічний зв'язок між властивостями вивченого зразку палива і його практичним значенням).



## 9. Охорона навколишнього середовища від забруднень під час переробки вуглеводневої сировини та використання отриманих продуктів переробки



Мал. 33. Деканівські водоочисні споруди щодня фільтрують біля 450 тис кубометрів побутових стоків м. Харкова. Майже стільки ж води на добу потребує одне крупне нафтопереробне підприємство

Однією із найбільших загроз для навколишнього середовища є нафтопереробний комплекс. Всі його стадії (видобуток нафти, виділення супутніх газів і води, збереження, транспортування, переробка) забруднюють атмосферу, ґрунт, водойми нафтою та нафтопродуктами (фенолом, бенzenом, толуеном, діетиловим етером тощо). Транспортні аварії, неполадки в нафтопровідних магістралях, викиди продуктів відходів переробки нафти згубно впливають на стан повітря, ґрунту і водойм нашої планети. А це негативно відбивається на всіх галузях господарства і здоров'ї людей, порушує баланс природних екосистем.

Захист навколишнього середовища на стадії переробки нафти здійснюється завдяки вдосконаленню і модернізації технологічних процесів. Це комплексне використання сировини, що дає змогу знизити обсяг залишків від основного виробництва, і оборотних систем водопостачання, коли використану воду не зливають у водойми, а очищають і знов запускають у виробництво; вдосконалення очисних споруд і засобів контролю за рівнем викидів шкідливих речовин (мал. 33).

Одним зі шляхів поліпшення екологічної ситуації є зменшення обсягів переробки і використання нафтопродуктів за рахунок розвитку і впровадження у виробництво так званих альтернативних видів енергії. Теплова енергія від спалювання речовин використовується насамперед для задоволення виробничих і побутових потреб, але значна її частина переробляється на електроенергію. Нині потреби в електроенергії у світі щороку підвищуються на 3 – 4 %. При цьому більшість традиційних електростанцій у розвинутих країнах уже працюють на повну потужність.



Мал. 34. У ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС (26 квітня 1986 р.) брали участь 600 тис. людей, а 115 тис. були евакуйовані з 30-кілометрової зони

Існують й інші способи одержання електроенергії. Атомна енергія – це енергія, що виділяється під час перетворень атомних ядер. За потужністю вона в мільйони разів перевищує хімічну енергію. Крім того, запаси сировини для атомних реакторів у декілька разів перевищують потенційні енергетичні запаси нафти. Але небезпека від можливих аварій змушує критично переглянути питання екологічності цього енергетичного ресурсу (мал. 34).

Енергія сонячного світла – один із основних і незамінних екологічних чинників, без яких неможливе існування життя на планеті. Сьогоднішніми лідерами у використанні енергії Сонця є Німеччина та Іспанія, які отримують від цього джерела 4000 МВт і 600 МВт енергії відповідно (мал. 35). Найближчими роками дахи семи мільйонів приватних будинків у Великій Британії будуть забезпечені сонячними панелями (мал. 36). Сонячну енергію уловлюють двома шляхами. За допомогою *сонячних колекторів* тепло від сонячного світла передається на метеріал-теплоносії, який, в залежності від типу колектора, нагрівається до 90°C, або до 200 - 300°C. Накопичене тепло застосовують для обігріву будинку, або нагрівання води у побутових, чи промислових цілях. Використання сонячних колекторів суттєво зменшує використання різних видів палива і таким чином знижує кількість газів, що потрапляють у атмосферу при його використанні. Принцип роботи *сонячної батареї* оснований на фотоелектричному ефекті: сонячне світло опромінює неоднорідний напівпровідниковий фотоелемент, ініціюючи у його атомах електронні переходи. Таким чином енергія сонячного світла перетворюється на електричний струм. Ефективність роботи експериментальних зразків сонячних електрогенераторів ледь досягає 30 %. А звичайні сонячні батареї, що виробляються у промислових обсягах, лише 15-17 % сонячної енергії перетворюють на енергію електричну. Роботи з вдосконалення тривають.



Мал. 35. Сонячна електростанція



Мал. 36. Обладнання приватної будівлі сонячними батареями



### Цікаві подробиці



Мал. 37. Вітрогенератори

- У 2009 р. кількість електричної енергії, виробленої всіма вітрогенераторами світу, становила 340 КВт. год (близько 2 % всієї виробленої людством електричної енергії) (мал. 37). Деякі країни інтенсивно розвивають вітроенергетику, зокрема, у 2009 р. у Данії за допомогою вітрогенераторів було вироблено 20 % усієї електроенергії, Ірландії – 14 %, в Португалії – 13 %, Іспанії – 11 %, Німеччині – 8 %.

- Британський журнал «Nature Materials» в червні 2010 року повідомив про результати дослідження вчених Стенфордського університету, які запропонували новий принцип використання сонячної енергії. Він полягає у тому, що на електричний струм перетворюється не тільки світлова, а й теплова енергія сонячного світла. Це дало можливість підвищити ефективність роботи сонячних електрогенераторів до 50%.



### Питання для обговорення

- ❖ Вплив на довкілля видобутку, транспортування і переробки нафти, газу і кам'яного вугілля.
- ❖ Альтернативні види енергії.



### Завдання

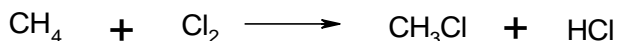
**20.** Порівняйте екологічний аспект використання різних видів палива. При спалюванні 1,25 кг бурого вугілля утворюється стільки ж тепла, скільки й при згорянні 1 кг кам'яного вугілля. Розрахуйте, у якому випадку і на скільки менше вуглекислого газу потрапить у атмосферу при використанні вказаних мас кам'яного і бурого вугілля. Для розрахунків використовуйте середні показники вмісту Карбону у паливі (дивись таб. 6). Відповідь дайте у молях і в літрах.

**21.** Зберіть інформацію про приклади використання альтернативних видів енергії. Які з них, на вашу думку, перспективні для України?

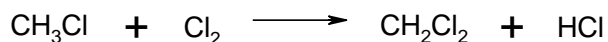
## 10. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини

Вуглеводнева сировина довгий час вважалася непридатною для використання як синтетичного матеріалу. Через відносну хімічну інертність вуглеводні свого часу називали парафінами (від лат. *parum* – мало, і *affinis* – суміжний, причетний). Однак виявлення реакційної здатності алканів до реакцій радикального заміщення зробило їх найбільш затребуваною хімічною сировиною. Достатньо зручний шлях до добування речовин різних класів полягає в галогенуванні насичених вуглеводнів. У свою чергу, галогенопохідні, є дуже реакційноздатними сполуками, то це уможливорює перехід майже до всіх основних класів органічних сполук у декілька простих стадій.

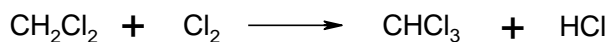
Галогенування алканів – реакція заміщення атому Гідрогену в молекулі алкану на атом галогену. Продукти реакції називаються *галогеналканами* або *галогенопохідними* алканів. Реакція алканів з хлором і бромом відбувається під дією ультрафіолетового випромінювання або за нагрівання. Метан з хлором утворює хлорметан:



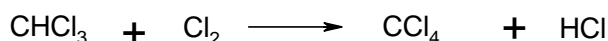
За достатньої кількості хлору реакція продовжується далі і призводить до утворення суміші продуктів заміщення двох, трьох і чотирьох атомів Гідрогену, відповідно, дихлорметану (хлористого метилена) (а); трихлорметану (хлороформу) (b); тетрахлорметану (c):



a

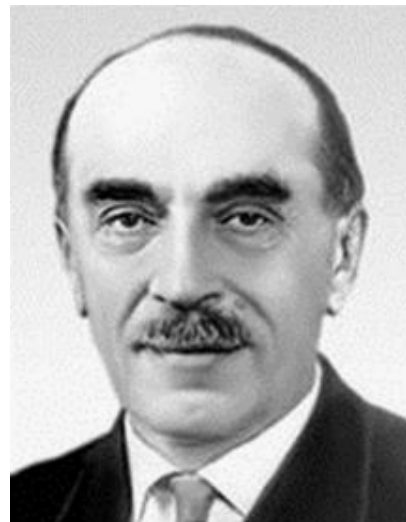


b



c

Реакція галогенування алканів відбувається за радикально-ланцюговим механізмом, тобто є ланцюгом послідовних перетворень за участю вільних-радикалів. У розробці теорії ланцюгових реакцій велику роль відіграли праці



**Микола Миколайович  
Семенов**  
(1896 - 1986)

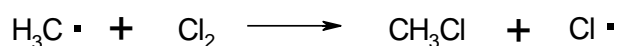
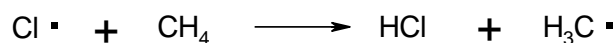
Російський фізик, один із  
основоположників хімічної  
фізики

академіка, лауреата Нобелівської премії М. М. Семенова. Механізм радикально-ланцюгової реакції складається з трьох стадій.

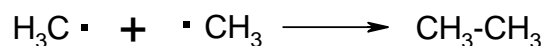
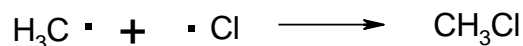
**1. Зародження ланцюга.** Під впливом енергії світла або за нагрівання молекула хлору розщеплюється й утворює два радикали – частинки з неспареними електронами:



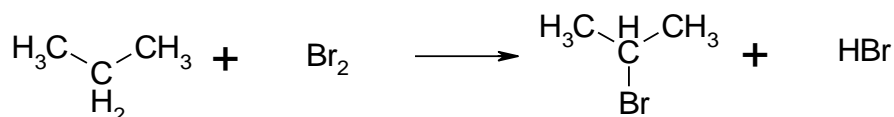
**2. Розвиток ланцюга.** Радикал хлору контактує з молекулою вуглеводню (у даному випадку – метану). При цьому утворюється нейтральна молекула і новий радикал. Процес повторюється багато разів, поки в системі є вільні радикали. Цікаво, що енергія, що її добула молекула хлору на першій стадії, передається від радикала до радикала до кінця реакції. Іноді цей процес називають «ефектом падаючого доміно»:



**3. Обривання ланцюга.** Реакція завершується, коли зникають усі радикали:

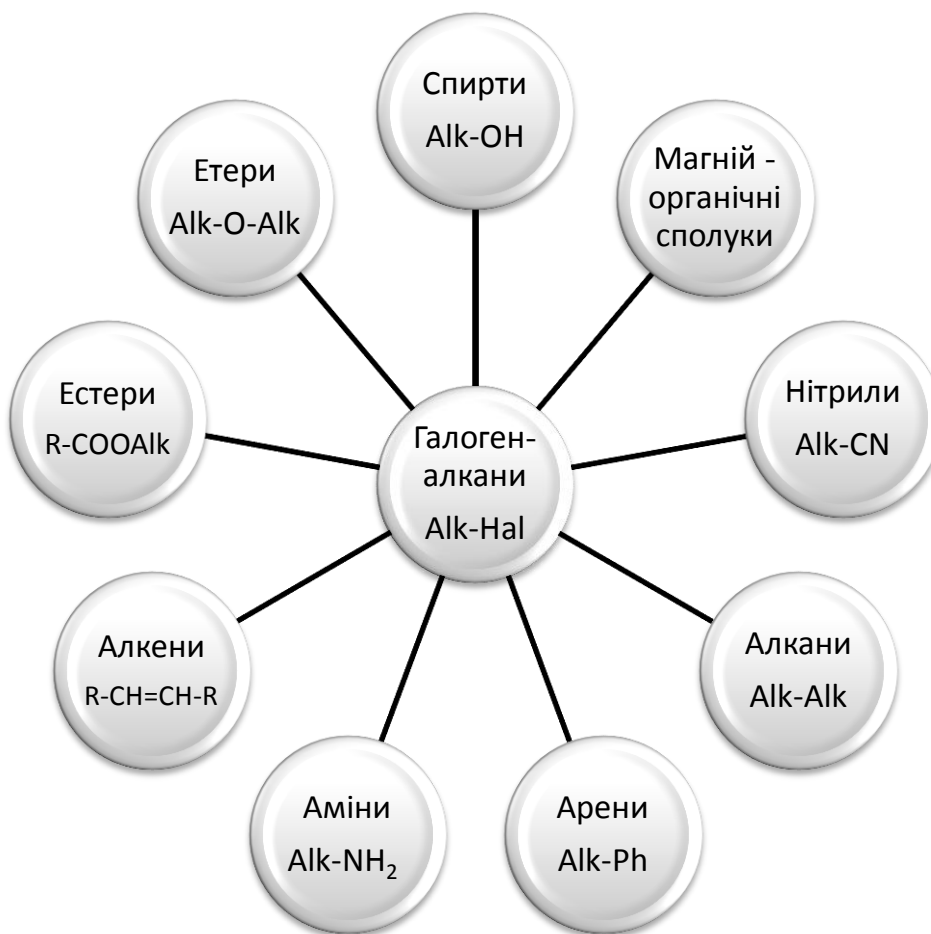


Під час хлорування або бромовання алкану, що містить вторинні або третинні атоми Карбону, найлегше відбувається заміщення Гідрогену біля третинного атома, важче – у вторинного і найважче – у первинного атома. Це пояснюється більшою стійкістю третинних і вторинних вуглеводневих радикалів порівняно з первинними внаслідок делокалізації (розосередження) неспарених електронів. Тому, наприклад, у разі бромовання пропану основним продуктом реакції є 2-бромпропан:



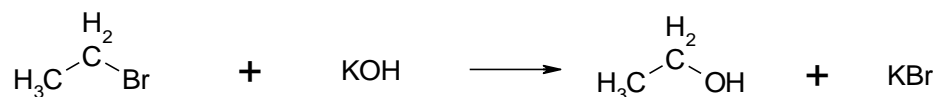
За аналогічним механізмом відбувається реакція нітрування алканів (реакція Коновалова). Саме ці дві реакції дають можливість використовувати насичені вуглеводні для синтезу різноманітних органічних структур (схема 3).

## Генетичні зв'язки галогенопохідних насичених вуглеводнів (алканів)

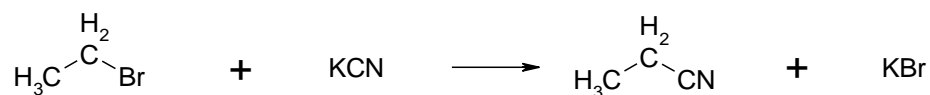
**Теоретичне занурення**

Наведені нижче схеми реакцій ілюструють реакційну здатність галогенопохідних насичених вуглеводнів.

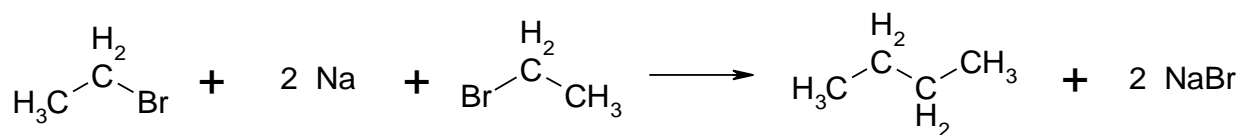
Галогенопохідні вуглеводнів гідролізуються в присутності лугів з утворенням спиртів. Реакція гідролізу брометану до етанолу, має вигляд:



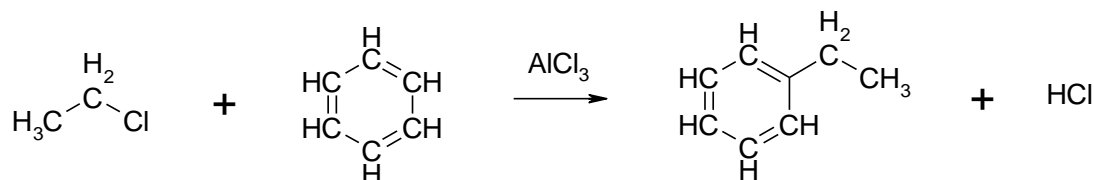
У реакціях галогенопохідних алканів із ціанідами активних металів утворюються нітрили. Це зручний шлях подовження карбонового ланцюга на один атом, його ще називають ціановим синтезом:



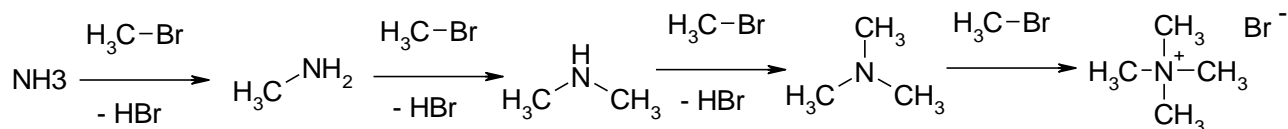
За допомогою реакції Вюрца синтезують симетричні алкани в присутності металічного натрію:



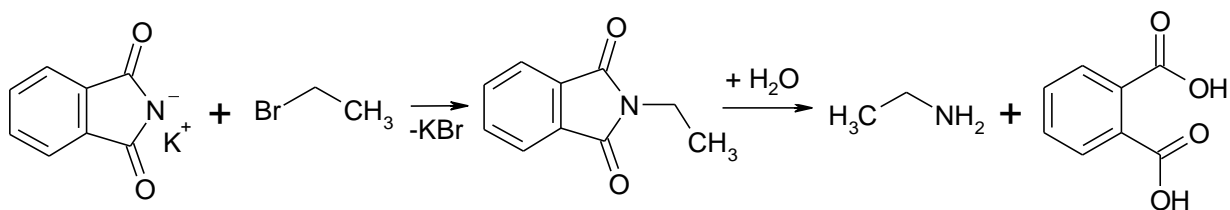
Алкилування бензену та аренів за Фриделем – Крафтсом проводять у присутності алюміній хлориду, або Ферум галогену як каталізатора (їх називають кислотами Льюїса):



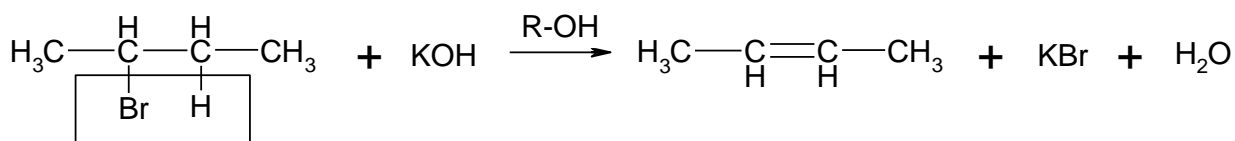
Алкилування амоніаку приводить до утворення суміші амінів, переважно третинних, тому що завдяки позитивному індуктивному ефекту алкільної групи аміногрупа стає активнішою:



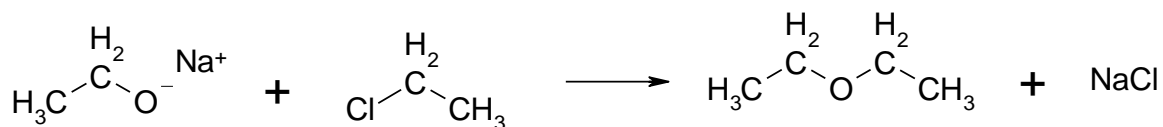
Зупинити цю реакцію на стадії первинного аміну практично неможливо, тому первинні аміни добувають іншими шляхами. Наприклад, за методом Габріеля з використанням калій фталіміду й наступним гідролізом:



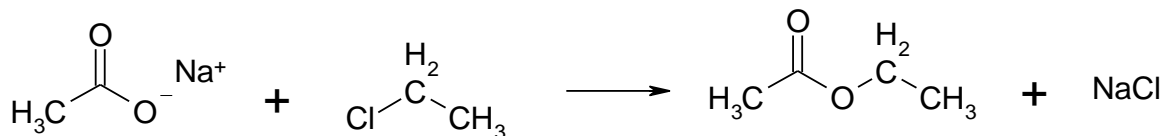
Унаслідок гідролізу галогеналканов у спиртовому середовищі утворюються алкени. Відщеплення гідрогенгалогеніду відбувається за правилом Зайцева (Гідроген відщеплюється від найменш гідрогенізованого атома Карбону):



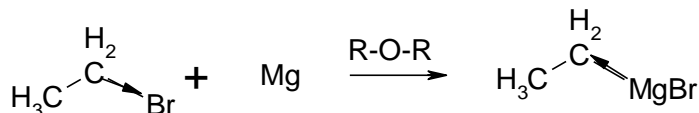
Галогенопохідні алканів реагують з алканольятами (солями спиртів) з утворенням етерів:



Аналогічно відбувається реакція із солями карбонових кислот – утворюються естери:



Реактиви Грін'єра, або магнійорганічні сполуки, це дуже реакційноздатні речовини, тому їх добувають у середовищі безводного етеру. Здатність до утворення магнійорганічних сполук має особливе значення для розширення кола реакцій, у які вступають галогеналкани. Якщо ви помітили, в усіх попередніх реакціях галогеналкани реагували з такими речовинами, в яких функціональні групи мали атоми або з неподіленою парою електронів, або з негативним зарядом (нуклеофільними агентами). Це тому, що у зв'язку галоген – алкіл електронна пара зміщена в бік галогену, утворюючи на атомі Карбону частковий позитивний заряд. У магнійорганічних сполуках все навпаки, тому вони відкривають галогеналканам шлях до участі в реакціях з електрофільними агентами (ті, що мають вільну орбіталь, або позитивний заряд):



### Питання для обговорення

- ❖ Реакційна здатність насичених вуглеводнів.
- ❖ Галогеналкани – крок від насичених вуглеводнів до різних класів органічних сполук



### Завдання

22. При хлоруванні метану виділилося 44,8 л хлороводню (н.у.). Скільки молей хлору вступило у реакцію?
23. Поясніть образне порівняння механізму радикальної реакції з ефектом «падаючого доміно».



## 11. Органічні речовини як основа сучасних матеріалів

Основу сучасних матеріалів становлять синтетичні *високомолекулярні сполуки*, які отримали свою назву через величезну кількість атомів, що входять до складу їх молекул, і, відповідно, велику молекулярну масу. З курсу хімії 9 класу вам вже знає про існування *полімерів* – сполук, молекули яких складаються з великої кількості однакових груп атомів. Такі групи атомів, що послідовно повторюються у складі молекули полімеру, називають *мономерами*. Останні утворюються з молекул однієї чи декількох органічних речовин в результаті реакцій *полімеризації*, або *поліконденсації*.

Реакції полімеризації характерні для сполук, побудованих з ненасичених молекул (тих, що мають один чи декілька подвійних, або потрійних зв'язків). В результаті реакції полімеризації за певних умов відбувається перерозподіл електронної густини кратних зв'язків, внаслідок чого всі вони (або частина з них) перетворюється на звичайний ковалентний зв'язок. Але при цьому додатково утворюються міжмолекулярні ковалентні зв'язки, з'єднуючи однакові групи атомів (мономери) у склад полімерної молекули високомолекулярної сполуки. Отже, у реакції полімеризації ніяких інших молекул, крім полімеру, не утворюється.

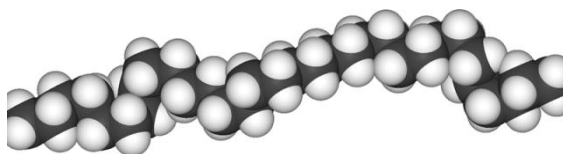
При реакції поліконденсації міжмолекулярне сполучення відбувається не за рахунок перерозподілу електронної густини вже існуючих хімічних зв'язків, а внаслідок утворення нових зв'язків, що стає можливим завдяки відщепленню від молекул похідної сполуки атомів чи невеликих груп атомів. Таким чином, у реакції поліконденсації крім молекули полімеру утворюється ще й певна кількість низькомолекулярних продуктів (води, амоніаку тощо).

Слід зазначити, що *мономерами* також називають вихідні сполуки, які беруть участь у утворенні полімерних речовин.

Розрізняють три основні групи полімерних матеріалів, що їх випускає хімічна промисловість: пластмаси, гума, волокна.

### Пластмаси.

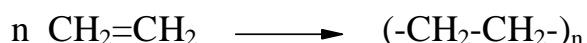
**Поліетилен.** Якщо етилен нагріти до 150—200°C і піддати високому тиску, то його молекули сполучатимуться одна з одною у великі молекули (мал. 38).



Мал.38. Модель фрагменту молекули поліетилену

Сполучення молекул відбувається за рахунок розриву в кожній з них подвійних зв'язків з утворенням одинарних й вивільненням двох одиниць валентності. Молекули поліетилену мають лінійну структуру. На кінцях полімерних молекул, зрозуміло, вільними валентності не залишаються. Вони насичуються приєднанням до кінців молекул вільних атомів або радикалів, що утворюються під час руйнування молекул етилену.

Будову молекул полімеру зображають, як правило, скорочено у вигляді структури однієї елементарної ланки. Отже, полімеризація етилену і скорочена структурна формула поліетилену такі:



Число  $n$  показує, зі скількох молекул мономеру утворюється молекула полімеру. Це число називають *коефіцієнтом*, або *ступенем, полімеризації*.

Поняття молекула полімеру є досить умовним. Тому що полімер як речовина складається з макромолекул, які можуть суттєво відрізнятися одна від одної кількістю фрагментів мономеру, що входять до її складу. Отже, коли говорять про *молекулярні маси полімерів*, мають на увазі середнє значення маси полімерних ланцюгів, що його складають, а не масу окремої молекули даного полімеру. Як ви побачите нижче, середня молекулярна маса полімеру разом із ступенем полімеризації є основними характеристиками, що впливають на властивості полімеру як матеріалу.

Середня молекулярна маса полімеру може істотно змінюватися залежно від умов його одержання, що позначається і на зміні його властивостей.

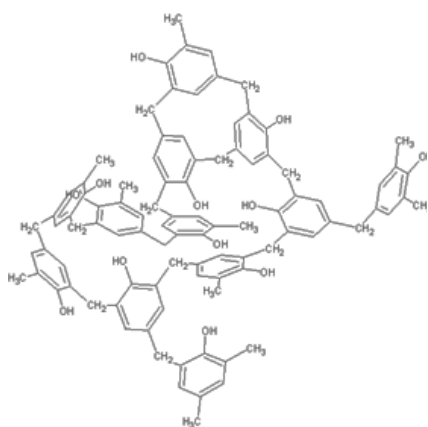
Так, якщо етилен піддавати полімеризації під тиском 300 атм, то утворюється пластичний полімер з довжиною ланцюжків макромолекул до 1 500 – 2 000 елементарних ланок. Середня молекулярна маса такого поліетилену досягає 56 000 в. о. (вуглецевих одиниць). При тиску 1 500 атм утворюється твердий поліетилен з довжиною ланцюжків макромолекул до 5 000 – 6 000 елементарних ланок і з середньою молекулярною масою понад 150 000 в. о.



Мал. 39. Приклади виробів з поліетилену

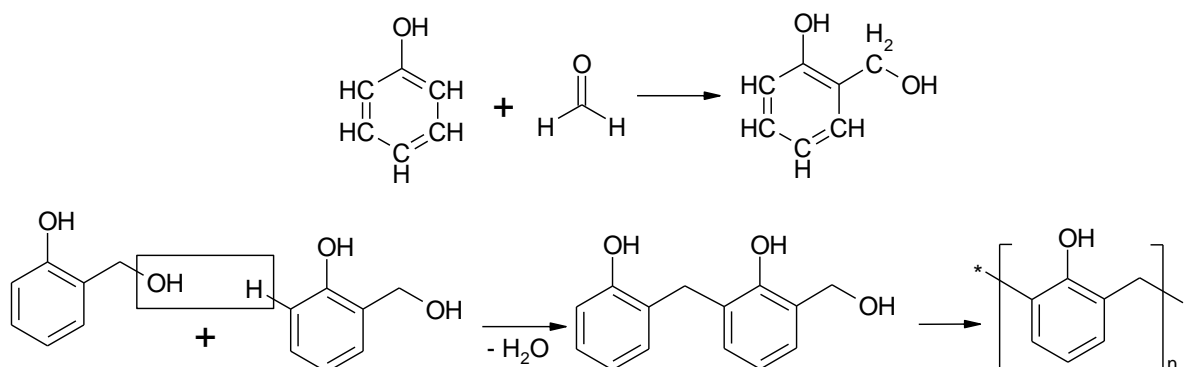
Завдяки високій хімічній стійкості поліетилен широко застосовується в хімічній промисловості для виробництва труб, частин різних апаратів, внутрішньої футерівки (облицювання) місткостей для зберігання кислот тощо.

Поліетилен застосовують також у електротехнічній, електрокабельній і радіотехнічній промисловості як добрий ізолятор. Значна частина поліетилену йде на виготовлення водопровідних труб, а також різних предметів побуту – поліетиленових плівок, бутлів, пробок тощо (мал. 39).



Мал. 40. Просторова будова полімеру фенопласту

**Фенопласт** – матеріал, що виготовляється на основі фенолоформальдегідної смоли, яку одержують поліконденсацією фенолу з формальдегідом, має складну просторову будову (мал. 40). Цей полімерний матеріал має цінні якості: міцність, механічну і корозійну стійкість, високі електроізоляційні властивості.

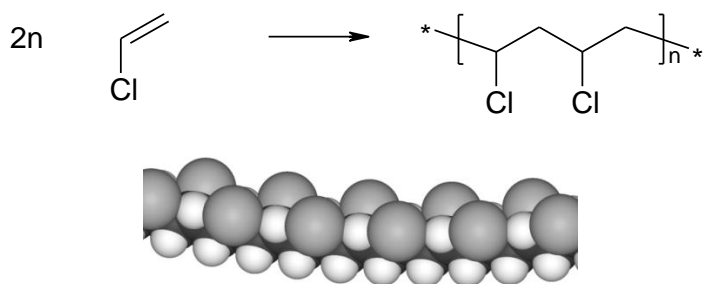


Фенопласт застосовується для виготовлення пластичних мас (затверділі смоли називають резитами, затверділі в присутності нафтових сульфокислот – карболітами, молочної кислоти – неолейкоритами), синтетичних клеїв, лаків, гальмівних накладок, підшипників, а також куль для більярду (мал. 41).



Мал. 41. Зразки виробів з фенопласту

**Полівінілхлорид (ПВХ)** – продукт полімеризації хлоретилену (вінілхлориду) (мал. 42):



Мал. 42. Модель фрагменту молекули полівінілхлориду.

Зазвичай ПВХ білого кольору. Виявляє достатню стійкість проти дії кислот і лугів. Полімер має високі діелектричні властивості, він негорючий, легко фарбується. Його застосовують для ізоляції електричних провідників, виробництва лінолеуму, штучної шкіри для взуття, вікон (металопластикові вікна). З поліхлорвінілу виготовляють також настільну клейонку, плащі тощо (мал. 43). Поліхлорвініл порівняно легко розкладається під час нагрівання, виділяючи гідроген хлорид. Істотним недоліком ПВХ є нестійкість до коливання температури: вже при 70 °С він починає втрачати форму, а при низьких температурах втрачає еластичність.



Мал. 43. Вироби з полівінілхлориду



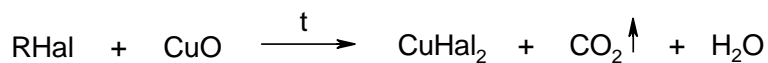
### Теоретичне занурення

Проба Бейльштейна – один з найпростіших засобів виявлення вмісту Хлору, Брому та Йоду в молекулах органічних сполук. Для проведення цього дослідження невелику кількість речовини, що досліджують, поміщають на петельку з тонкого мідного дроту (попередньо дріт прожарюють у полум'ї пальника до червоного жару і охолоджують) і вносять у світлу частину полум'я пальника (мал. 44). Якщо колір полум'я змінюється на зелений, то пробу вважають позитивною, тобто достатньо великою є вірогідність того, що речовина містить указані галогени. Метод базується на здатності купрум(II) оксиду за високих температур



Мал. 44 Виконання проби Бейльштейна

розкласти органічні сполуки з утворенням купрум(II) галогенідів з подальшим відновленням до купрум(I) галогенідів, що й зумовлюють забарвлення полум'я.



Метод має обмежене використання, бо існують сполуки, в молекулах яких немає галогенів, але вони надають полум'ю на зеленого кольору. Тому за результатами проведення проби Бейльштейна можна тільки припустити наявність Хлору, Броду чи Йоду в молекулі органічної речовини або однозначно встановити їхню відсутність.



### Цікаві подробиці

Нині в світі популярним є виготовлення прикрас і сувенірів з пластичних матеріалів (мал. 45). Пластику, або полімерну глину, продають у спеціальних магазинах та відділах канцтоварів і в Україні. Деякі її види потребують запікання готового виробу, деякі самі застигають на повітрі. Обидва види використовують і професіональні майстри, й аматори. Хімічну основу матеріалу складає ПВХ.



Мал. 45. Прикраси з полімерної глини



### Питання для обговорення

- ❖ Хімічні шляхи утворення високомолекулярних сполук.
- ❖ Місце полімерних матеріалів у житті сучасної людини.
- ❖ Зручність або здоров'я: обмеження для використання певних пластмас.



### Завдання

24. Розрахуйте приблизну масу молекули ПВХ зі ступенем полімеризації 1 500.
25. Наведіть приклади предметів побуту або начиння, при створенні яких використовувались пластмаси різних видів. Яких з цих предметів без полімерів не було би взагалі?

**Лабораторна робота 4. Ознайомлення зі зразками пластмас**

Мета: (сформулюйте самостійно мету лабораторної роботи, перелічивши ключові слова з назв запропонованих дослідів).

Матеріали та обладнання: зразки пластмас: поліетилену, фенопласту та полівінілхлориду; пальник; тигельні щипці.

Попередження: під час горіння і розкладу полімерів виділяються речовини, які можуть зашкодити вашому здоров'ю.

Роботу проводити у витяжній шафі!

Дослід 1. Вивчення зовнішніх характеристик полімеру.

Вивчіть зовнішні характеристики зразку полімеру за такими ознаками: колір, блиск, відчуття поверхні на дотик, прозорість, пружність, еластичність. Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці.

Повторіть дослід зі зразком іншого полімеру.

Дослід 2. Вивчення характеру плавлення полімеру.

Зразок полімеру візьміть тигельними щипцями і тримайте над верхньою безбарвною частиною полум'я пальника. Зверніть увагу на те, чи змінюється форма зразка, а якщо змінюється, то яким чином. Результати візуальних спостережень занесіть у відповідну графу таблиці. Повторіть дослід зі зразком іншого полімеру.

Дослід 3. Вивчення характеру горіння полімеру.

Зразок полімеру візьміть тигельними щипцями і внесіть у верхню безбарвну частину полум'я пальника. Зверніть увагу на характеристики горіння:

- горить полімер у полум'ї пальника чи ні;
- чи змінюється колір полум'я під час внесення в нього полімеру. Якщо змінюється, то на який;
- чи припиниться горіння зразка, якщо його винести з полум'я пальника;
- чи коптить зразок під час горіння.

Результати спостережень занесіть у відповідну графу таблиці.

Повторіть дослід зі зразком іншого полімеру.

Полімер	Структура мономеру	Зовнішні характеристики	Характер	
			плавлення	горіння
Поліетилен				
Фенопласт				
Полівінілхлорид				

Висновки: (зробіть висновки про характерні зовнішні ознаки та певні фізико-хімічні властивості вивчених зразків полімерних матеріалів. Зауважте їх спільні риси і характерні відмінності. Вкажіть метод, за яким можна швидко розрізняти полімери у побуті).

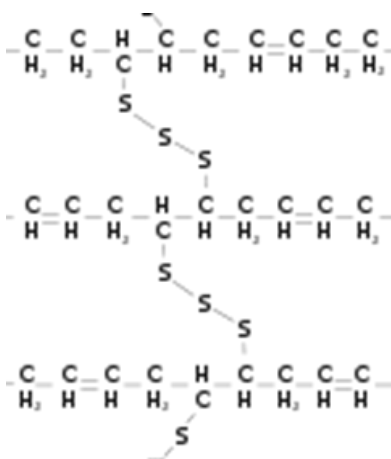


**Сергій Васильович  
Лебедєв**

(1874 – 1934)

Російський хімік.

Уперше одержав каучук  
синтетичним шляхом

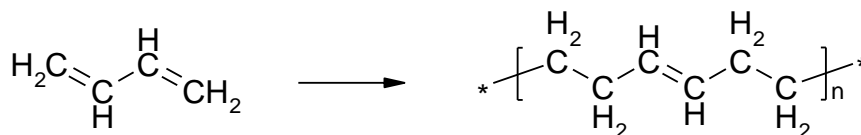


Мал. 46. Структура  
вулканізованого каучуку  
(гуми)

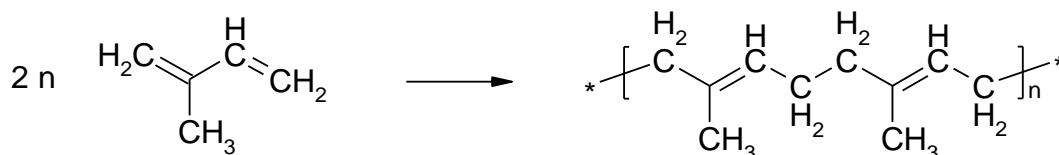
**Синтетичні каучуки та гума.** Синтетичні матеріали, що утворюються під час полімеризації дієнових (містять два подвійних зв'язки) вуглеводнів, називають каучуками. Це речовини, що являють собою м'яку еластичну масу і характеризуються водостійкістю та добрими електроізоляційними властивостями. Структура полімерної молекули каучуку має особливість, яка відрізняє його від пластмас – у карбоновому ланцюгу залишаються подвійні зв'язки. Через свої низькі механічні якості каучук має дуже обмежене використання, але він є цінною сировиною для виробництва гуми.

Для виготовлення гуми каучук переробляють за високих температур, додаючи до нього сірку. Цей процес називають *вулканізацією*. У результаті ланцюги каучукових молекул «зливаються» дисульфідними містками на зразок драбини. Завдяки подвійним зв'язкам (мал. 46). Одержаний матеріал є міцнішим і більш еластичним, ніж каучук-сирець.

На початку промислового виготовлення на гуму переробляли каучук, що видобували з соку каучуконосних рослин. Але досить швидко гумові заводи відчули нестачу сировини, яка до того ж була дорогою. Період кінця XIX - початку XX століття, коли кількість плантацій каучуконосів у ряді країн Латинської Америки стрімко збільшилася, навіть на шкоду іншим культурам, що традиційно оброблялися, отримав назву «каучукової лихоманки». Першим синтетичним каучуком, що набув промислового значення, став дивініловий. Його одержують полімеризацією бутан-1,3-дієну (дивініла):



Ізопреновий каучук одержують полімеризацією 2-метилбутан-1,3-дієну:





### Теоретичне занурення

Фізичні властивості і якості полімерів залежить не тільки від складу мономерів, якими вони утворені. Велике значення у цьому відіграє характер з'єднання мономерів у макромолекулу. За цією ознакою визначають полімери регулярної та нерегулярної будови. Для каучуків це має особливе значення, оскільки їх молекули мають подвійні зв'язки, навколо яких можлива *цис*- або *транс*-орієнтація фрагментів молекули. У каучуках регулярної будови мономер знаходяться переважно у одній формі просторової ізомерії. Завдяки регулярності будови, макромолекули полімеру розташовуються близько одна до одної, що підвищує загальну щільність полімеру і покращує його механічні якості і стійкість до стирання. Завдяки регулярності, *цис*-дівініловий каучук має низьку (від мінус 95°C) температуру *склування* (втрачання еластичності та підвищення ламкості), що обумовлює гарну морозостійкість резини. З іншого боку, полімери *нерегулярної будови* мають порівняно низьку щільність і стійкість до стирання. Це пояснюється невпорядкованим чергуванням *цис*- і *транс*-з'єднань мономерів у їх молекулах і фактичній неможливості їх щільного взаєморозташування. У каучуків нерегулярної будови відносно висока пористість, м'якість, але знижена еластичність, стійкість до високих і низьких температур.



### Цікаві подробиці

- Природний каучук за хімічною структурою є *цис*-регулярним ізопреновим полімером. Його добувають з молочного соку дерева гевеї (*Hevea*) (мал. 47). У промислових масштабах природний каучук добувають в Індонезії, Малайзії, В'єтнамі. У сирому вигляді використовують не більше ніж 1 % натурального каучуку (як гумовий клей), основна його маса іде на виготовлення гуми. За своїми властивостями натуральний каучук, як і синтетичний не вулканізований – це м'яка еластична маса, яка за тривалого контакту з повітрям втрачає гнучкість і легко ламається.



Мал. 47. Листя, плоди гевеї. Збір молочного соку





Мал. 48. Пік популярності плащів – макінтошів припало на середину ХХ століття



Мал. 49. Бересклет бородавчастий

- У 1823 р. шотландський хімік Чарльз Макінтош, виконуючи черговий дослід, вимадав рукав піджака розчином каучуку і через деякий час помітив, що рукав піджака не промокає. Він запатентував цей винахід і заснував компанію Charles Macintosh and Co з виробництва непромокальних плащів – макінтошів (мал. 48). Як відомо мода повертається. Дизайнери відомих брендів *Burberry*, *Armani*, *Tommy Hilfiger*, *Trussardi*, *Missoni*, *Marc Jacobs* навесні 2010 року присвятили свої колекції плащам фасонів тренч і макінтош.

- Одним з різновидів природних каучуків є *гутаперча* – за кімнатної температури тверда шкіроподібна речовина від білого до жовто-коричневого кольору. За хімічною структурою це *транс-регулярний поліізопрен*. Розм'якшується починаючи з температури 50°C. Речовина надзвичайно водостійка (вологопоглинання впродовж 2 років не перевищує 0,2 %), має високі діелектричні властивості, що використовується в господарстві. З гутаперчєносних рослин на території Європи ростуть бересклет бородавчастий і бересклет європейський – представники роду бересклетових (кущі заввишки до 3,5 м або дерева – до 7 м), але найчастіше їх використовують як декоративні рослини (мал. 49). Обсяги використання природної гутаперчі з часом зменшуються через відносну дешевизну і простоту виробництва синтетичних *транс-ізопренових* полімерів.



#### Питання для обговорення

- ❖ Промислове виготовлення синтетичних канчуків – крок до...
- ❖ Наукове і теоретичне значення розробки технології вулканізації канчуків.



### **Завдання**

- 26.** Назви органічних сполук досить часто дають назви виробам і матеріалам. Наприклад, лінолеум (полімер на основі ліноленової кислоти). Знайдіть ще приклади таких виробів і поясніть походження їх назв.
- 27.** Останнім часом з'являється багата кількість нових (комбінованих) матеріалів: металопластик, гіпсокартон та ін. Зберіть інформацію про матеріали, що комбіновані з пластиками, або гумами. Вкажіть галузі їх застосування.

### ***Лабораторна робота 5. Ознайомлення зі зразками каучуків***



Мета: (сформулюйте самостійно мету лабораторної роботи, перелічивши ключові слова з назв запропонованих дослідів).

Матеріали та обладнання: зразки невулканізованого каучуку, гума (гумова пробка), гумовий клей; бензен, розчин бром у бензені (або бромна вода), розчин плюмбум(II) нітрату, кальцій хлориду (амоній сульфату), етиловий спирт; пробірки, пробіркотримач, пальник, скляні палички, чашка для випаровування, предметні скельця, коркові пробки.

Попередження: працюючи з легкозаймистими речовинами, стережіться відкритого вогню та іскор. Пам'ятайте, пари бензину і бензену вибухонебезпечні. Досліди виконуйте у витяжній шафі!

#### Дослід 1. Вивчення механічних властивостей каучуків і гуми.

Дослідіть і порівняйте механічні властивості зразків каучуку та гуми за такими параметрами: еластичність, пружність, стиранність (потріть зразки об аркуш паперу). Зробіть висновок про властивості, що їх набуває каучук після вулканізації.

#### Дослід 2. Відношення каучуку і гуми до розчинників.

У дві пробірки налийте по 1 – 2 мл бензину або бензену. У одну пробірку покладіть невеликий шматочок каучуку, у другу – гуми. Пробірки закрийте корковими пробками і залиште на декілька днів. На наступному занятті проаналізуйте характер взаємодії каучуку і гуми з розчинником (розчинення або набухання).

#### Дослід 3. Вилучення каучуку з гумового клею.

Невелику кількість гумового клею налийте в керамічну чашку для випаровування або на скляну пластинку і видаліть розчинник на водяній бані.

**Попередження!** Працюйте у витяжній шафі, стережіться відкритого вогню!

#### Дослід 4. Вилучення каучуку з молокоподібного соку рослин.

Зріжте 1 – 2 листки кімнатного фікуса і зберіть краплі молокоподібного сіку, опустивши черешки листя в суху чисту пробірку. Потім, додайте трохи води і 0,5 г кальцій

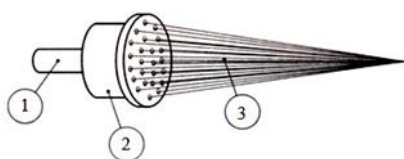
хлориду або амоній сульфату. Суміш стряхніть і потроху добавляйте спирт до виділення на поверхні розчину каучуку. Пластівці каучуку вийміть скляною паличкою з пробірки і порівняйте його механічні властивості з лабораторними зразками. Добутий каучук можна використати для виконання дослідів 2 і 5.

#### Дослід 5. Доведення ненасиченого характеру молекул каучуку.

У великій пробірці до розчину каучуку в бензені добавте розчин бром у бензені або бромну воду. Пробірку інтенсивно струсіть і зафіксуйте зникнення забарвлення характерного для розчину бром у.

#### Дослід 4. Виявлення Сульфору в складі гуми.

У пробірці нагрійте декілька шматочків гуми (гумової пробки) до появи ознак розкладу і виділення газу. Нагрівання припиніть, а до отвору пробірки піднесіть смужку фільтрувального паперу, змоченого розчином плюмбум(II) нітрату. Поясніть почорніння смужки фільтрувального паперу. Який газ виділяється під час розкладу гуми? Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається між плюмбум(II) нітратом і газом, що виділяється.



Мал. 50. Формування волокна (3) з прядильної маси (1) виконують за допомогою філь'єри (2).

жку фільтрувального паперу, змоченого розчином плюмбум(II) нітрату. Поясніть почорніння смужки фільтрувального паперу. Який газ виділяється під час розкладу гуми? Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається між плюмбум(II) нітратом і газом, що виділяється.

**Висновки:** (зробіть висновки про характерні зовнішні ознаки та певні фізико-хімічні властивості вивчених зразків канчуків та гум. Зауважте їх спільні риси і характерні відмінності. Зробіть акцент на зв'язку властивостей різних видів канчуків і гум з їх функціональним (утилітарним) призначенням. Вкажіть знаходження сирих гум у природі).

### **Органічні волокна**

Виробництво будь-якого хімічного волокна починається з приготування *прядильної маси* (формування розчину або розплаву), яку залежно від фізико-хімічних властивостей вихідного полімеру отримують розчиненням його у відповідному розчиннику або переведенням його в розплав.

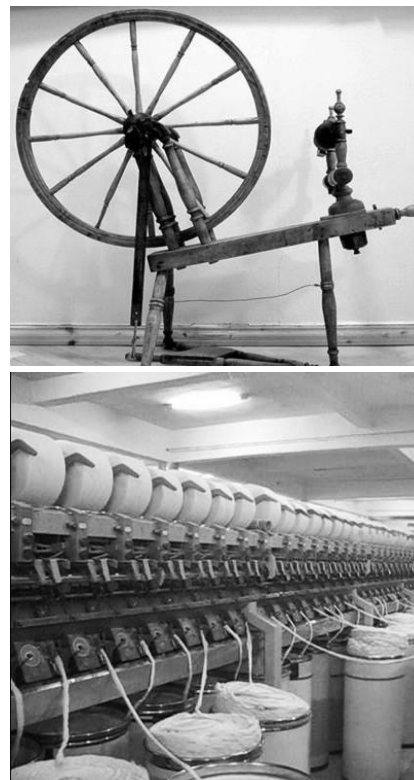
З прядильної маси формують *волокно*. Для цього прядильну масу під тиском пропускають через спеціальні пристрої – філь'єри (мал. 50). Тонкі цівки волокна з отворів філь'єри потрапляють до спеціальної шахти, де вони охолоджуються і тверднуть. Формування волокна відбувається під натягом. Це робиться з метою орієнтування лінійних молекул високомолекулярної речовини вздовж осі волокна. Що надає йому більшої міцності. Для під-



Мал.51. Ручне прядіння на веретено

вищення міцності волокна його ще витягають після того, як воно частково або повністю затвердіє.

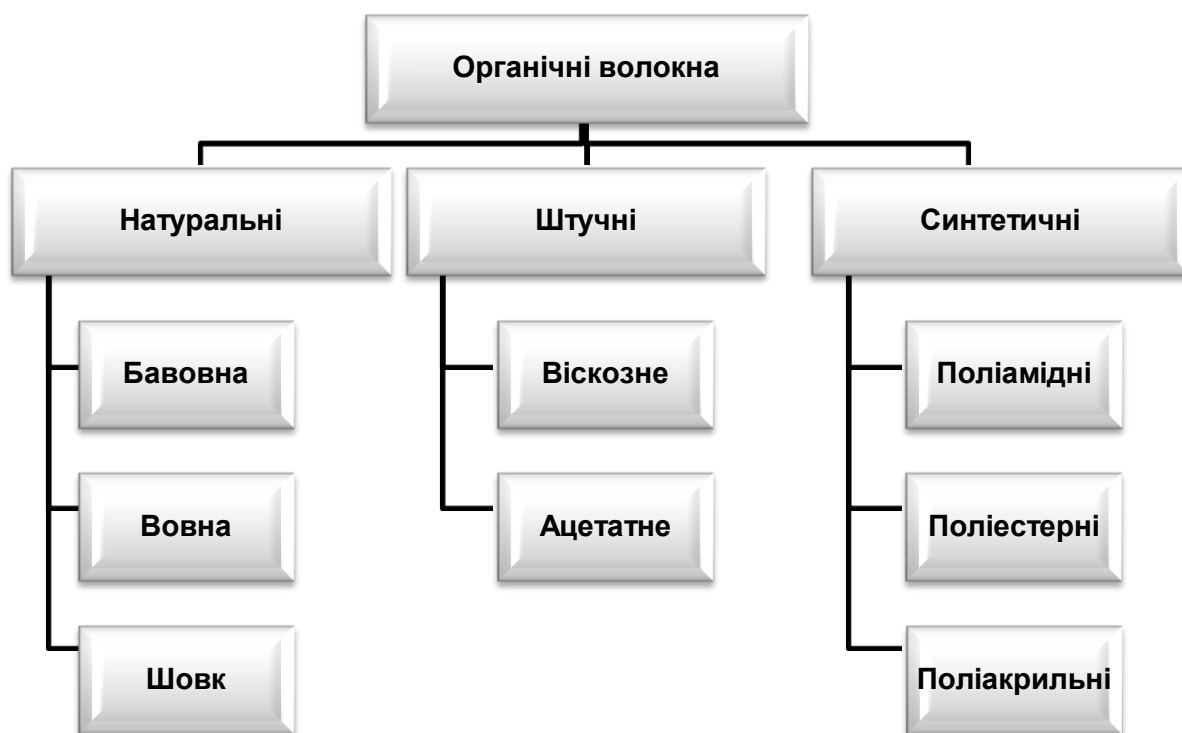
Після формування, волокно піддають *прядінню*. Його збираються в пучки або джгути, що складаються з багатьох тонких волокон. Здавна ця операція проводилась вручну за допомогою прядки (мал. 51). Таким чином отримували *пряжу*. Пряжу ручного виробництва виготовляють і зараз, головним чином для збереження традицій народного промислу. Така пряжа має специфічні властивості: вона не дуже міцна і не досить рівна. Значно підвищити якість ручної пряжі, а також прискорити її виготовлення дозволили прядильні машини (мал. 52). Отримані в такий спосіб нитки за необхідності промивають, піддають спеціальній обробці – замаслюванню, нанесення спеціальних препаратів (для полегшення текстильної переробки), висушуванню. Готові нитки намотують на котушки або шпулі. Розрізняють штучні (що їх одержано з природної полімерної сировини) і синтетичні (з хімічної сировини) полімерні волокна (схема 4).



Мал. 52. Прядильні машини

Схема 4

#### Класифікація органічних волокон

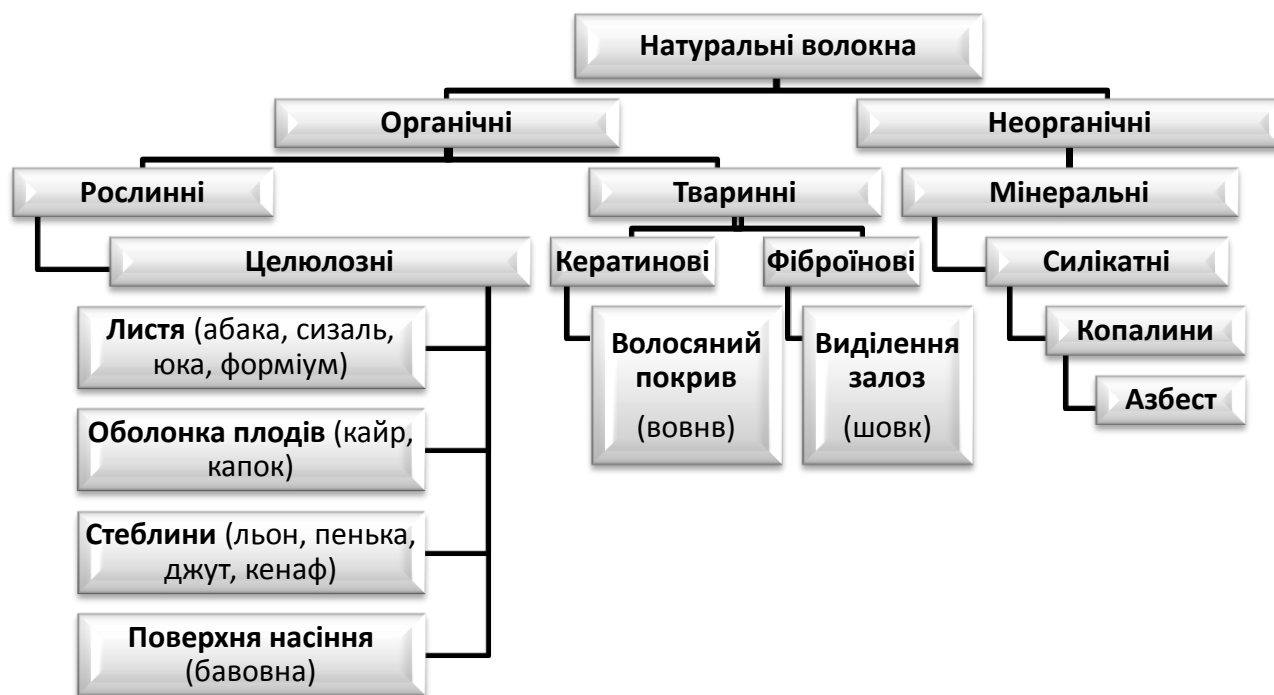


Натуральні органічні волокна мають чимало якісних властивостей. Найважливіші властивості бавовни – це гігієнічність і стійкість проти дії лугів, вовни – м'якість, здатність зберігати тепло й поглинати вологу; вона добре тягнеться і стійка проти зминання. Для шовкового волокна характерні висока міцність, еластичність і блиск. Проте речі з натуральних волокон мало практичні. Наприклад, одяг з чистої вовни погано зберігає форму і швидко зношується. Тому натуральні волокна комбінують із синтетичними. Сьогодні майже не знайти тканину, що вироблена з натурального волокна шовку, бавовни чи льону. До них додають одержані хімічним шляхом матеріали, щоб поліпшити зовнішній вигляд тканини і подовжити термін її служби.



### Теоретичне занурення

Існують і більш докладні класифікації волокон. Наприклад, класифікація натуральних волокон за походженням



Мал. 53. Виготовлення шовку. Чжан Сюань.

З колекції живопису епохи правління династії Тан (618 – 907 р.р.)



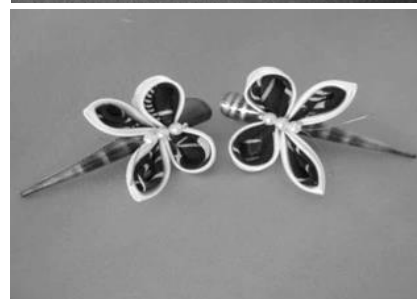


### Цікаві подробиці

- Уперше секрет виготовлення шовку був відкритий у Китаї п'ять тисяч років тому. За стародавньою легендою, коли 14-річна Сі Лінг Чі, дружина третього імператора Китаю Хуан Ді, якого ще називали «жовтим імператором», в саду палацу під кроною шовковичного дерева чаювала, в її чашку потрапив кокон шовкопряда. У гарячій воді кокон почав розгортатися, випускаючи тонкі шовкові нитки. Юна імператриця була так вражена красою й міцністю шовкової нитки, що наказала зібрати тисячі коконів і виткати з них одяг для імператора. Всі операції виконувались вручну (мал. 53).
- Уперше думка про те, що людина може відтворити процес, подібний до природного процесу одержання натурального шовку, за якого в організмі гусениці шовкопряда виробляється в'язка рідина, що на повітрі твердне, утворюючи тонку міцну нитку, була висловлена французьким ученим Р. Реомюром в 1734 р.
- Канзаші – традиційні японські прикраси для волосся, що з'явилися наприкінці XVI ст. Прикраса складається з гребеня (він, до речі, призначався і для самозахисту) і виготовлених з тканини квіткових гірлянд. Кожну пелюстку згортають окремо з невеликого клаптика тканини, а вже потім з них збирають квітку. Японські майстри використовували для цього натуральне шовкове полотно й рисовий клейстер. З часом матеріали змінилися, але техніка досить популярна й сьогодні, й не тільки в Японії. Виготовлення прикрас у техніці канзаші потребує зосередженості, терпіння і акуратності, але це не зупиняє дівчат, які хочуть виглядати незвичайно й ефектно. До того ж, самостійно виготовлена прикраса буде абсолютно неповторною (мал. 55).



Мал. 54. Кокон шовкопряда



Мал. 55. Канзаші традиційні і стилізовані



### Питання для обговорення

- ❖ Технологічні операції, що їх виконують під час виготовлення волокон.
- ❖ Натуральні волокна рослинного і тваринного походження.
- ❖ Практичність натуральних волокон: цінні якості й недоліки.
- ❖ Натуральні волокна тваринного походження.



### Завдання

28. Зберіть інформацію про волокна і вироби з них, що мають технічне призначення та складіть власну класифікацію таких об'єктів за використанням.
29. Знайдіть інформацію і наведіть приклади випадків, коли у побуті або промисловості використовуються тільки натуральні волокна.

### **Штучні волокна**



Мал. 56. Пряжа з віскозного волокна

**Віскозні волокна** і нитки застосовують у виробництві текстильних матеріалів як в чистому вигляді, так і в суміші з бавовною, поліефірними і вовняними волокнами (мал. 56). Кручені віскозні нитки великої міцності йдуть – на виготовлення корду для автомобільних шин і транспортерних стрічок. Але з появою поліефірних технічних ниток, що мають вищі фізико-механічні властивості, застосування для технічних потреб віскози значно скоротилося. Основний недолік, який багато в чому визначає спад виробництва віскозних волокон, – це екологічно брудна технологія, що базується на застосуванні сірковуглецю. Під час розкладу ксантогенату крім сірковуглецю в значній кількості виділяється отруйний газ сірководень.



Мал. 57. Тканина, що виготовлена із 100 % віскози

Однак чудовий товарний вигляд (шовковистість, яскравість, міцність фарбування) і невисока вартість виробів забезпечують їм попит (мал. 57, 58). Тому перед хіміками постало завдання розробки екологічно безпечної та економічної промислової технології виробництва целюлозних волокон нового покоління.

Розв'язати проблему розчинення й переробки целюлози вдалося в 90-х роках ХХ ст. Альтернативою віскозному виробництву став технологічний процес прямого розчинення деревної целюлози (без хімічної модифікації) в сильно полярному органічному розчиннику N-метілморфолін-N-оксиді (NMMO). Екологічна чистота процесу зумовлена тим, що цей розчинник практично повністю регенерується і не утворює шкідливих продуктів розпаду. На ринку текстилю такі волокна називали *ліоцелом*.

Процес його виробництва економічний, тому що складається з набагато меншої кількості стадій, ніж процес віскозного виробництва. Загальними для виробництва волокон ліоцелу і віскози залишилися тільки вихідна сировина й хімічний склад одержуваних волокон.

Міцність і пружність волокон ліоцелу і в сухому, і в мокрому стані вищі, ніж віскозних, а усадка під час прання менша. Такі разючі відмінності у властивостях багато в чому зумовлені тим, що за технологією виробництва ліоцелу зменшення довжини макромолекул целюлози, не відбувається.

**Ліоцел** належить до штучних волокон, що їх виготовляють із целюлози. Вперше отриманий в 1988 р., ліоцел використовується у пошитті різного одягу та інших виробів (мал. 59). Тканини з ліоцелу мають низку переваг: вони приємні на дотик, міцні, гігієнічні й екологічно чисті, більш еластичні і гігроскопічні, ніж бавовна. Вважають, що тканини з ліоцелу можуть конкурувати з тканинами з природних волокон.

Ліоцел належить до целюлозних волокон нового покоління. Добре вбирає вологу і пропускає повітря, добре зберігає форму, має м'який блиск, властивий натуральному шовку. Волокно з ліоцелу добре фарбується, не скачується, не змінює форму після прання, до того ж не вимагає особливого догляду.



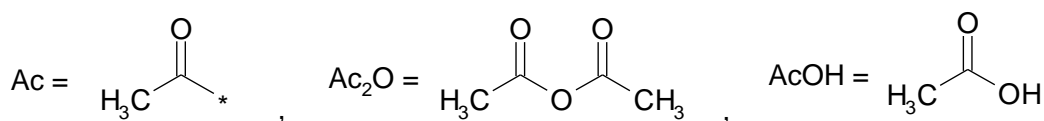
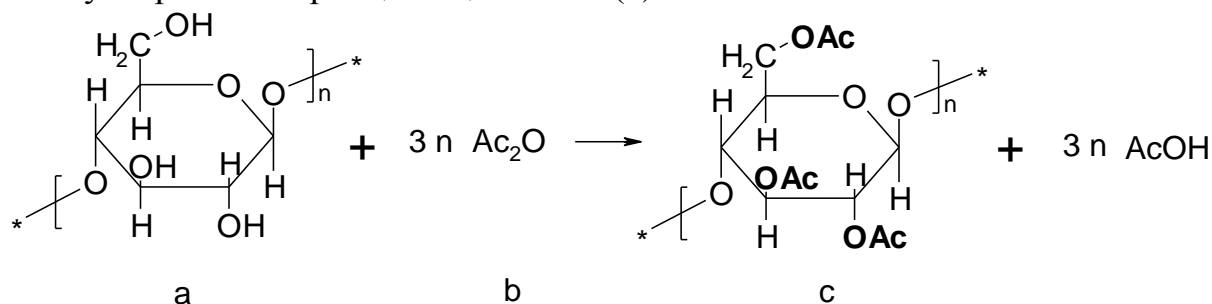
Мал. 58. Віскозна  
постільна  
білизна



Мал. 59. Напівники  
з ліоцелу



**Ацетатне волокно** виробляють з бавовняної або високоякісної деревної целюлози. Целюлозу (а) обробляють оцтовим ангідридом (b) у присутності сульфатної кислоти як каталізатора реакції і оцтової кислоти як розчинника утворюється триацетатцелюлоза (с):



Мал. 60. Кручені мотузки з ацетатного волокна



Мал. 61. Вироби з  
переплетеного ацетатного  
волокна

Триацетатцелюлозу обмилюють у присутності оцтової та сульфатної кислот додаванням невеликої кількості води; і одержану діацетатцелюлозу потім розчиняють у суміші ацетону (95 %) з водою (5 %). Після фільтрації добутого прядильного розчину і видалення повітря розчин надходить у прядильну машину. Формування ведуть сухим способом. Особливість цього способу полягає в тому, що не відбувається жодних хімічних процесів. Прядильний розчин продавлюється крізь філь'єру (24 – 120 отворів діаметра 0,07 – 0,08 мм) і у вигляді тонких цівок потрапляє до шахти з пароповітряної сумішшю за температури 50 – 85 °С. Під дією тепла ацетон випаровується з цівок розчину, і вони тверднуть, перетворюючись на нитки. Потім нитки пропускають крізь охолоджувальну камеру, обробляють антистатиком і змотують. Швидкість формування волокон становить 250 – 600 м/хв. Нитки ацетатного шовку не вимагають спеціальної обробки, крім скручування.

Вони можуть бути забарвленими, якщо для виробництва ацетатного волокна використовували забарвлену целюлозу, або в прядильний розчин

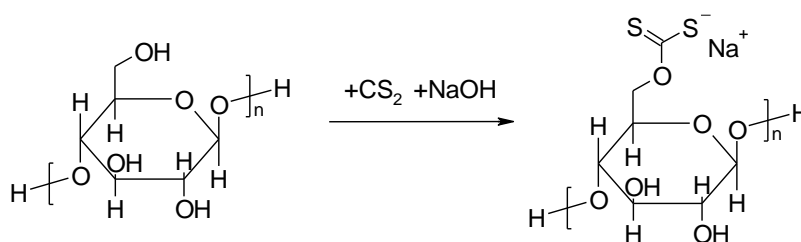
доведено відповідні барвники. Для зміцнення виробів з ацетатного волокна його піддають скручуванню або переплетінню (мал. 60, 61).

Виробництво ацетатних волокон до 1957 р. бурхливо розвивалося завдяки нешкідливості і простоті виробництва, цінним властивостям цих волокон, а також дешевизні вихідної сировини. Надалі розвиток виробництва ацетатних волокон сповільнився у зв'язку з появою нових видів синтетичних волокон.



### Теоретичне занурення

Виробництво віскозного волокна – складний багатостадійний процес. Спочатку целюлозу деревини хвойних порід обробляють концентрованим розчином лугу (стадія мерсеризації). Отриману лужну целюлозу подрібнюють і витримують упродовж декількох годин, щоб відбулося часткове окиснення довгих макромолекул целюлози на повітрі і вони розпалися на коротші ланцюжки. На наступному етапі лужну целюлозу обробляють сірковуглецем  $\text{CS}_2$ . У результаті цієї реакції утворюється ксантогенат целюлози - продукт, який розчиняється в розбавленому розчині лугу.



Процес розчинення за температури  $10 - 12^\circ\text{C}$  триває кілька годин. У результаті утворюється в'язкий гель – віскоза. Гель фільтрують, очищаючи від механічних домішок, і видаляють бульбашки повітря. Лише після цього з віскози можна одержувати волокна, придатні для вироблення пряжі або довгих монониток для технічних потреб.



### Цікаві подробиці

- Першовідкривачем целюлози був французький хімік Ансельм Пайєн. Сталося це у 1838 р. Щоб з'ясувати, з яких компонентів складається деревина, Пайєн обробив зразки деревини різних порід нітратною кислотою і в усіх дослідів одержав волокнисту речовину, формули –  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ , аналогічно до речовини бавовняних волокон. Ансельм Пайєн.



**Ансельм Пайєн**  
(1795 – 1871).

Член Паризької академії наук, цікавився питаннями використання досягнень науки у виробництві



Мал. 62. Стеблини  
бамбуку і вироби з  
бамбукового волокна

Крім того, разом з Жаном Франсуа Персо виділив і описав амілазу (фермент, що розщепляє крохмаль). Це був перший фермент, що його було виділено як індивідуальну сполуку і перший крок у вивченні ферментів і їх значення у природі як біологічних каталізаторів.

- Бамбукові волокна – це різновид віскози, добутий з бамбукової деревини (мал. 62). Бамбукове волокно блищить і драпірується подібно до шовку, але на відміну від нього є дуже легким, повітропроникним, має добрі вологопоглинальні властивості, не прилипає до шкіри і швидко висихає. Міцність цього волокна, яке останнім часом набуває великої популярності, порівняно з льоном. Бамбукове волокно за своїми гігієнічними властивостями не поступається бавовні і льону, тому з нього роблять навіть постільну білизну та інші вироби для побуту.



### Питання для обговорення

- ❖ Штучні волокна на основі целюлози.
- ❖ Ліоцел – віскозне волокно нового покоління.
- ❖ Практичність штучних волокон: переваги й недоліки.
- ❖ Натуральні й штучні волокна: екологічний аспект виробництва і використання.

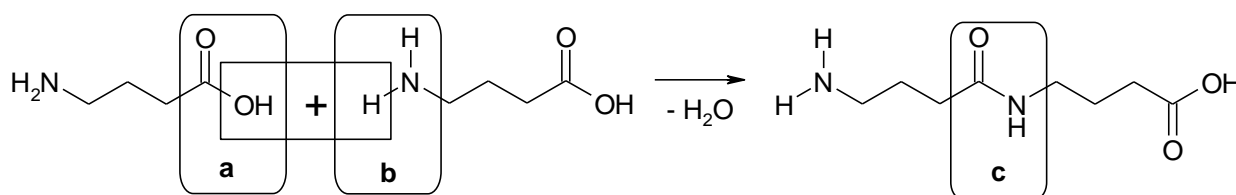


### Завдання

30. Яка маса оцтового ангідриду знадобиться для отримання 1 молу моноацетилглюкози?
31. Зберіть інформацію і наведіть приклади використання комбінованих (натурально-штучних) волокон.

## Синтетичні волокна

**Капрон** або капронове волокно, – біло-прозоре, дуже міцне (мал. 63). Еластичність капрону набагато вища за шовк. Міцність капрону залежить від технології і ретельності виробництва. Капронова нитка діаметра 0,1 мм витримує вантаж масою 0,55 кг. Капрон належить до поліамідних синтетичних волокон. Зв'язок, що утворюється в результаті поліконденсації його мономерів, називають амідним (с) (при взаємодії аміногрупи однієї молекули мономеру (b) з карбоксильною групою (a) іншої молекули мономеру):



За кордоном синтетичне волокно типу капрон називається перлоном і нейлоном (найлоном). Капрон виробляється декількох видів; кришталєво-прозорий капрон більш міцний, ніж непрозорий з мутно-жовтуватим або молочним відтінком. Крім високої міцності для капронового волокна характерна стійкість проти стирання, дії багаторазової деформації (вигинів).

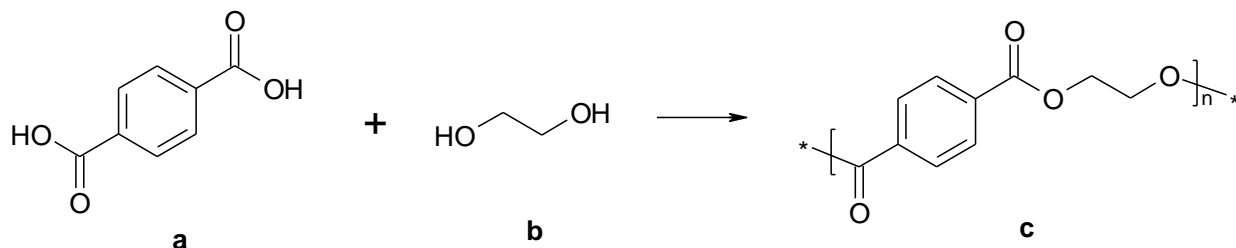
Оскільки капронове волокно не вбирає вологи, то воно не втрачає міцності й у вологому вигляді. Однак, воно малостійке проти дії кислот – макромолекули капрону піддаються гідролізу за місцем амідних зв'язків. Порівняно невеликою є й теплостійкість капрону. З нагріванням його міцність зменшується, а за температури 215°C воно плавиться.

З капрону виготовляють канати, рибальську сітку, волосін, тощо, а також штапельні тканини, панчохи та інші побутові товари. Вироби з капрону і з додаванням капрону вже стали звичними в нашому побуті. З капронової тканини шують одяг, що набагато дешевше, ніж з натуральних природних матеріалів. З капрону роблять фільтрувальні матеріали, кордну тканину. З кордної тканини виготовляють каркаси авіа- і автопокришок.



Мал. 63. Капронова тканина

**Лавсан** одержують в результаті реакції сополімеризації двох речовин: терефталевої кислоти (а) і етиленгліколя (б). Він належить до групи поліестерних волокон. Хімічна назва полімеру – поліетилентерефталат (с):



Як і капронове волокно, лавсан має гладку поверхню, а відтак і блиск. Лавсанові волокна стійкі проти дії води, і для них характерні високі тепло- і світлостійкості.

Механічні властивості лавсану приблизно такі самі, як капрону. Крім того, лавсан має дуже хорошу пружність. Складки на виробах дуже стабільні й зберігаються під час прання й чищення. Тому, додаючи до суміші з іншими волокнами лавсан, можна збільшити стійкість тканин до зминання. Проте стійкість проти стирання у лавсану майже в 5 разів нижча за капрон, але вища, ніж у штучного шовку, бавовни, вовни і нітронів. За теплопровідністю і стійкістю до зминання лавсан подібний до вовни. Вироби з цього волокна виглядають як вовняні, проте вони стійкі проти пошкодження міллю, цвіллю і гнильними мікроорганізмами.

За звичайних умов лавсан погано забарвлюється, що пояснюється високою щільністю полімеру. Найкращий ефект досягається під час фарбування волокна в масі (до формування волокна) або фарбування за підвищених температур (близько 200 °C) і тиску. За зовнішнім виглядом лавсанове волокно не відрізняється від інших хімічних волокон.

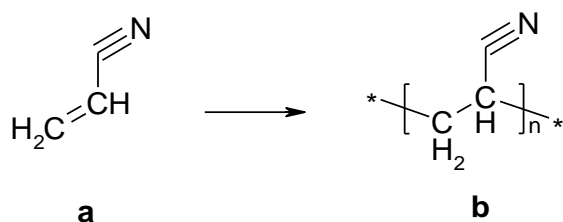
Внесене в полум'я, воно горить слабким жовтуватим полум'ям з виділенням чорної кіптяви. Після затухання на кінці волокна застигає тверда чорна кулька. Собівартість лавсану нижче від собівартості поліамідних волокон.

Мал. 64. Вироби з лавсану

Завдяки переліченим властивостям, лавсан широко застосовується у виготовленні виробів народного споживання, а також для технічних потреб (мал. 64). Волокно лавсану застосовують як у чистому вигляді, так і в суміші з вовною, бавовною, льоном і різними хімічними волокнами.

З пряжі з лавсаном виготовляють різноманітні тканини (платтяні, костюмні, пальтові), неткані матеріали, трикотаж, штучне хутро. Лавсановий шовк використовують переважно як тканину технічного призначення.

**Акрил** має декілька торгових назв: нітрон, акрил, панакрил, орлон, кашмілон, куртель, дралон та ін. За хімічною структурою, полімер (b) речовини акрилонітрилу (a). Реакція полімеризації подібна до утворення поліетилену:



За своїми механічними властивостями акрилове волокно дуже близьке до шерсті, і в цьому перевершує усі інші хімічні волокна. Його нерідко називають «штучною шерстю». Поліакрилонітрильні волокна мають максимальні показники світлостійкості, достатньо високу міцність і порівняно велику розтяжність (22 – 35 %). Завдяки низькій гігроскопічності ці волокна у вологому вигляді не змінюються. Вироби з них після прання зберігають форму.

Акрильні волокна високо термостійкі та інертні до забруднювачів, тому вироби з них легко очищаються, не ушкоджуються милью й мікроорганізмами. Недоліками акрильних волокон є низька гігроскопічність, порівняно велика жорсткість, електризуємість. За стійкістю до стирання вони поступаються поліамідним і поліефірним волокнам. Тому використовуються переважно в сумішах з вовною та іншими волокнами у виробництві тканин для верхнього одягу, верхнього трикотажу, штучного хутра. У в'язальній пряжі акрил комбінують з вовною чи мохером, що уможливорює створення пухнастих і водночас формостійких виробів (мал. 65). Для технічних потреб виробляються в невеликих кількостях.



Мал. 65. Пряжа і в'язана тканина з акриловим волокном



### Цікаві подробиці

Поліетилентерефталат у різних країнах називають по-різному. Назва *лавсан* походить від перших букв назви ЛАбораторія Високомолекулярних Сполук Академії Наук. Той самий матеріал у Великій Британії називається териленом, в Америці – дакроном, у Франції – тергалом, у Японії – тетороном, у Німеччині – тревірою. Синонімами назви «лавсан» також є поліестер, мілар, мелінекс, майлар.



### Питання для обговорення

- ❖ Різновиди синтетичних волокон.
- ❖ Синтетичні й штучні волокна: різне і подібне.
- ❖ Чи потрібні синтетичні волокна? Суперечність екологічності та економічності виробництва.
- ❖ Практичність комбінованих волокон: переваги й недоліки.



### Завдання

32. Розрахуйте молекулярну масу мономеру лавсану.
33. Зберіть інформацію і наведіть приклади використання комбінованих (натурально-синтетичних, штучно-синтетичних) волокон.

### **Лабораторна робота 6. Ознайомлення зі зразками натуральних, штучних і синтетичних волокон**



Мета: *сформулюйте самостійно мету лабораторної роботи, перелічивши ключові слова з назв запропонованих дослідів.*

Матеріали та обладнання: зразки тканин з натуральних (бавовна, вовна, шовк), штучних (віскозне, ацетатне), синтетичних (капрон, лавсан, акрил) волокон; зразки ниток, пряжі або тканин з етикетками з позначенням складу; шматок хутра; фільтрувальний папір;

склянка з водою; скляна паличка; пінцет; пальник.

#### Дослід 1. Вивчення властивостей тканин з натуральних волокон.

Вивчіть зразки тканин з натуральних волокон за такими параметрами:

- а) *зовнішній вигляд* (наявність блиску: різкого, матового, слабкого);
- б) *дотик* (гладкість, м'якість, ворсистість);
- в) *згинання*. Візьміть всі зразки одночасно, зігнувши кожен з них навпіл, і міцно затисніть їх між долонями на 30 с. Потім розкладіть зразки на столі й подивіться на смугу згинання (непомітна, нечітка, чітка);

г) *міцність у сухому й вологому станах*. Витягніть нитку з необробленого краю тканини і зробіть спробу її розірвати. Зафіксуйте результат експерименту в сухому стані (не рветься, з зусиллям, легко), потім змочіть нитку в склянці з водою і повторіть дослід;

д) *електризація*. Покладіть зразок тканини на невеликий (приблизно 5х5 мм) шматок паперу. Перевірте, чи прилипає папір до тканини. Потріть зразок о шматок хутра і знов покладіть його на папір. Якщо папір прилип до тканини, перевірте, чи легко його можна струсити. Для кожного зразка використовуйте новий шматок паперу;

е) *поглинання й пропускання води*. Покладіть зразки на шматки фільтрувального паперу і скляною паличкою нанесіть по одній краплі води на кожен зі зразків. Спостерігайте, з якою швидкістю на тканині поширюється мокра пляма. Через 2 – 3 хв. накрийте зразок шматком фільтрувального паперу, не натискаючи на нього. За розміром мокрої плями на папері зробіть висновок про волого-поглинання зразку. Підніміть зразок і за розміром мокрої плями на папері оцініть здатність зразка до пропускання води;

є) *відношення до нагрівання і характер спалювання*. Витягніть нитку з необробленого краю тканини, візьміть її пінцетом і піднесіть до полум'я пальника. Відмітьте, чи плавиться нитка. Потім внесіть нитку в полум'я пальника на 1 – 2 с. Зверніть увагу на: горіння нитки в полум'ї пальника, горіння нитки після винесення з полум'я пальника, коптіння, утворення попелу, запах).

Результати дослідів занесіть до таблиці.

Зразок	Параметр						
	а	б	в	г	д	е	є

### Дослід 2. Вивчення властивостей тканин з штучних і синтетичних волокон.

Вивчіть зразки тканин зі штучних (віскозне, ацетатне) і синтетичних (капрон, лавсан) волокон за параметрами, що їх описано в досліді 1. Продовжуйте заповнення таблиці. Порівняйте результати дослідів 1 і 2 за параметрами а - є та зробіть висновок про практичність (переваги і недоліки) виробів з натуральних, штучних і синтетичних тканин.

### Дослід 3. Визначення приблизного складу пряжі (ниток, тканин).

Проведіть випробування властивостей зразка пряжі (ниток, тканини) комбінованого складу за параметрами а – г, є. Спробуйте визначити склад зразка, користуючись складеною таблицею. Правильність зроблених висновків перевірте за даними на товарній етикетці виробу.

Висновки: (зробіть висновки про характерні зовнішні ознаки та певні фізико-хімічні властивості вивчених зразків волокон (тканин). Зауважте їх спільні риси і характерні відмінності. Вкажіть ознаки, за якими різні види волокон можна швидко визначити у побутових умовах).



**Підсумовуючи вивчене в розділі 2**

Nature est semper invicta. –

Природа завжди непереможна

***У цьому розділі ви дізналися про:***

природний і супутниковий газ;  
 нафту і продукти нафтопереробки;  
 кам'яне вугілля, кокс, генераторний газ та їх застосування;  
 види палива та їх класифікацію;  
 охорону довкілля під час переробки вуглеводневої сировини;  
 альтернативні види енергії;  
 механізм радикальних реакцій та «ефект падаючого доміно»;  
 хімічну активність;  
 види пластмас і канчуків;  
 класифікацію та виготовлення волокон

***Занурилися в теоретичні принципи:***

термічного й каталітичного крекінгу;  
 багатоманітності перетворень галогеналканів;  
 регулярної та нерегулярної будови полімерів;  
 класифікації органічних волокон;  
 нової технології виготовлення віскозного волокна

***Поцікавилися подробицями:***

історії найстарішого газового родовища на території України;  
 сучасної історії газових ліхтарів;  
 перших спроб використання і масштабного застосування нафти;  
 за якими параметрами Україна посіла 1-ше місце в Європі і 8-ме у світі;  
 що вигадала Японія і як ПАР врятувала свою економіку;  
 природної функції торфу і небезпек торф'яних пожеж;  
 скільки кіловат-годин енергії виробили вітряки у 2009 р.;  
 що роблять з полімерної глини;  
 природних джерел каучуку й гутаперчі;  
 що звалося макінтошем в середині XX століття;  
 як 14-річна принцеса подарувала світу шовк;

що таке прикраси у техніці «канзаші»  
відкриття целюлози і вироблення шовку з бамбуку;  
скільки назв у лавсану

### ***Досліджували зразки:***

продуктів нафтопереробки;  
палива різних видів;  
пластмас;  
натуральних, штучних і синтетичних волокон

### ***Перевірте себе:***

- опишіть склад і властивості нафти, природного газу, кам'яного вугілля;
- охарактеризуйте процеси та продукти перегонки нафти і переробки кам'яного вугілля;
- надайте характеристику різним видам палива;
- розкрийте особливу роль бензину як автомобільного палива, його детонаційну стійкість;
- охарактеризуйте нетрадиційні види палива і джерела енергії;
- поясніть значення органічних речовин для розв'язування сировинної проблеми людства;
- визначте роль вуглеводнів як джерела добування органічних сполук різних класів;
- поясніть різницю між природними, штучними і синтетичними матеріалами;
- розкрийте значення синтетичних матеріалів;
- оцініть вплив продуктів переробки вуглеводневої сировини, продуктів побутової хімії на навколишнє середовище;
- перелічіть шляхи запобігання шкідливому впливу видобутку, переробки і використання різних видів палива на навколишнє середовище.

## Розділ 3

### Здоров'я людини й хімічна безпека

Здоровий жебрак  
щасливіший за хворого короля.

**Артур Шопенгауер**

Законам природи люди підкоряються,  
навіть коли борються проти них.

**Йоганн Вольфганг Ґете**

Світ достатньо великий,  
щоб задовольнити потреби кожної людини,  
але занадто малий,  
щоб задовольнити людську жадібність.

**Махатма Ганді**

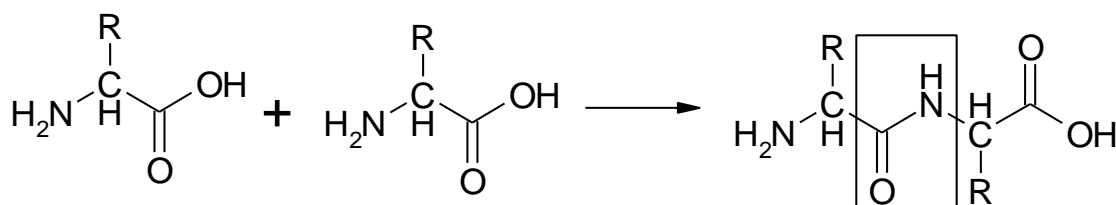
## 12. Органічні сполуки й здоров'я людини

### Жири і білки як компоненти їжі та їхня роль в організмі.

**Жири** – це повні естери триатомного спирту гліцеролу й різноманітних жирних кислот. Серед них можуть бути як насичені кислоти, наприклад пальмітинова  $C_{15}H_{31}COOH$  і стеаринова  $C_{17}H_{35}COOH$ , так і ненасичені (з одним подвійним зв'язком – наприклад, олеїнова кислота  $C_{17}H_{33}COOH$ ; з двома – лінолева, з трьома подвійними зв'язками – ліноленова кислота, а також з потрійним зв'язком – наприклад, тариринова кислота  $C_{17}H_{31}COOH$ ). Насичені жирні кислоти входять до складу твердих жирів, що містяться в організмі тварин (мал. 67). Ненасичені кислоти утворюють рідкі жири – олії, що містяться у рослинах (мал. 66). Усього в рослинному і тваринному світі налічується близько 1300 видів жирів.

Жири – важливий продукт харчування людини. Жири є головним компонентом таких продуктів харчування, як вершкове масло, рослинні олії, маргарин, смалець. Багато жирів містяться в свинячому салі та сирі.

**Білки** – складні високомолекулярні природні органічні речовини, що складаються із залишків амінокислот, сполучених пептидними (амідними) зв'язками. Механізм утворення пептидного зв'язку наведено на схемі:



Зазвичай білки є лінійними полімерами – поліпептидами, хоча інколи мають складнішу структуру. Невеликі білкові молекули, тобто олігомери поліпептидів, називаються пептидами. Послідовність залишків амінокислот у конкретному білку визначається відповідним геном і зашифрована генетичним кодом. Хоча генетичний код більшості організмів визначають лише 20 «стандартних» (незамінних) амінокислот (дивись додаток 1), їх комбінування уможли-



Мал. 66. Рослинні жири (олії) складаються з гліцеролу й ненасичених жирних кислот

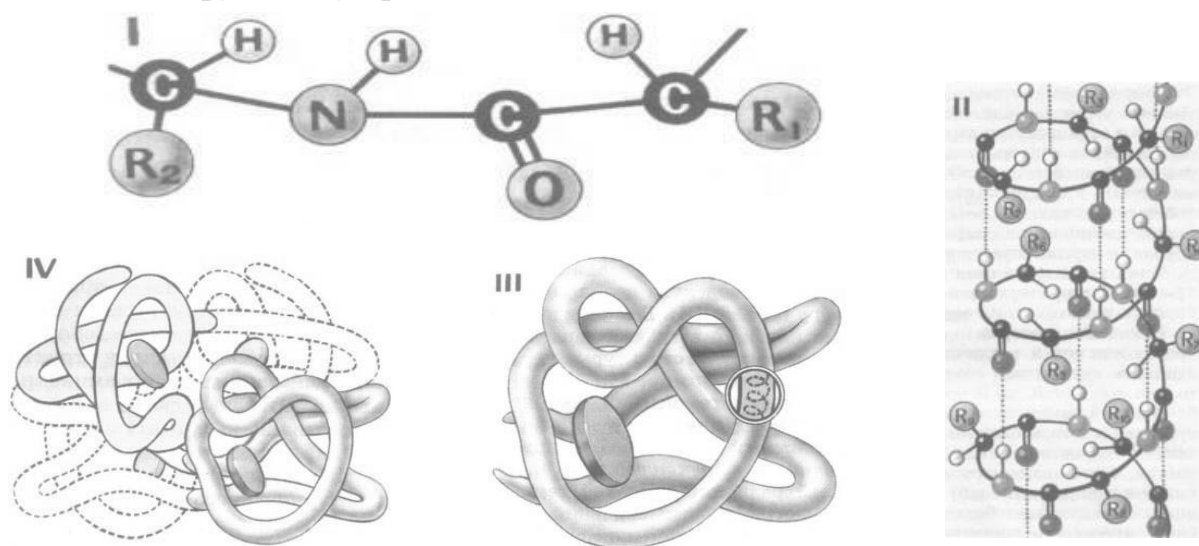


Мал. 67. Тваринні жири складаються з гліцеролу й насичених жирних кислот

лює створення великого різноманіття білків з різними властивостями. Крім того, залишки амінокислот у складі білка часто зазнають модифікацій, що можуть виникати і до того, як білок починає виконувати свою функцію, і під час його «роботи» в клітині. Для виконання певної функції білки можуть діяти спільно і часто зв'язуються, формуючи великі стабілізовані комплекси (наприклад, фотосинтетичний комплекс).

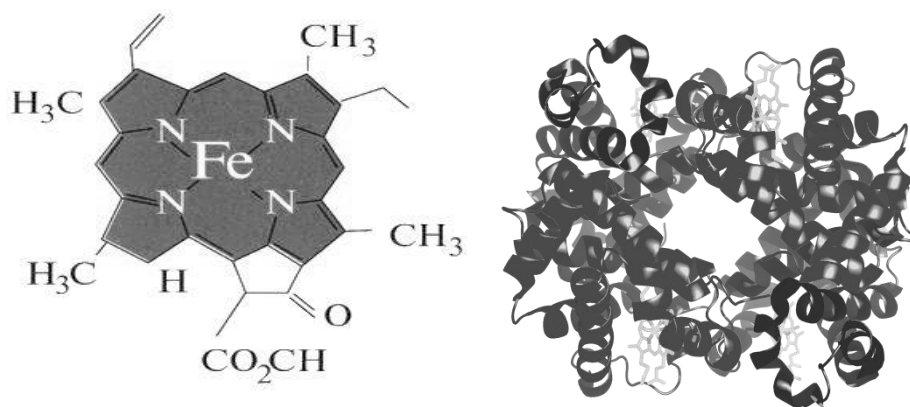
Білки — важлива складова харчування людини і тварин, оскільки ці організми не можуть синтезувати повний набір амінокислот і мають отримувати частину з них із білковою їжею. У процесі травлення ферменти розщеплюють спожиті білки, розкладаючи їх до амінокислот, які використовуються під час біосинтезу білків організму або зазнають подальшого розпаду для одержання енергії.

Розрізняють чотири рівні структурної організації білків. Первинна структура — пептидна, або амінокислотна, послідовність, тобто послідовність амінокислотних залишків у пептидному ланцюжку. Саме первинна структура кодується відповідним геном і найбільшою мірою визначає властивості сформованого білка. Наступні три структури білка утворюються завдяки додатковим зв'язкам (у тому числі й водневим), що надають молекулам певної форми відповідно до її функцій у організмі (мал. 68).



Мал. 68. Схематичне зображення різних рівнів структурної організації білка

З курсу біології ви знаєте про головні функції білків у живих організмах. Вони різноманітні: від відносно простих енергетичних і терморегулювальних до складніших — ферментативних. До складу ферментів входять, крім того, небілкові (неамінокислотні) фрагменти: або кофермент, або простетична група (постійно зв'язана з білком) (мал. 69). Вони є центральною функціональною частиною складних білків.



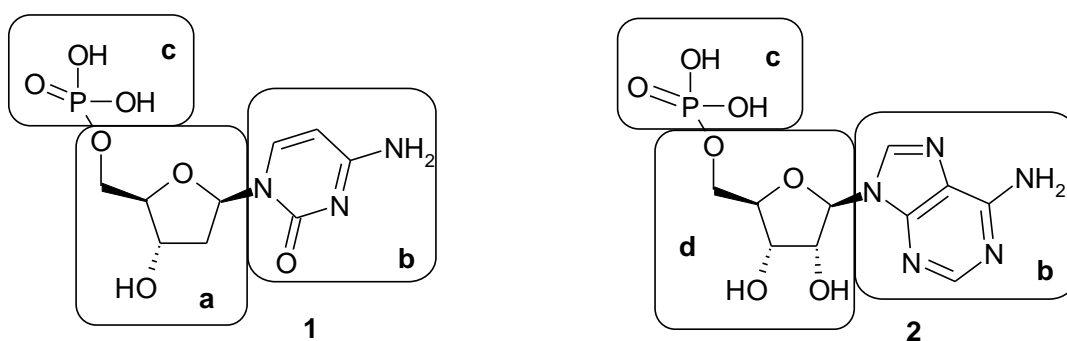
Мал. 69. **Гем крові** (ліворуч) – простетична група **гемоглобіну** (праворуч), що побудована з порфіринового ядра і двохвалентного Феруму



### Теоретичне занурення

Нуклеїнові кислоти – високомолекулярні органічні сполуки, біополімери (полінуклеотиди), функціями яких є зберігання й відтворення спадкової інформації про структуру білків. Розглянемо їхню структуру (мал.70).

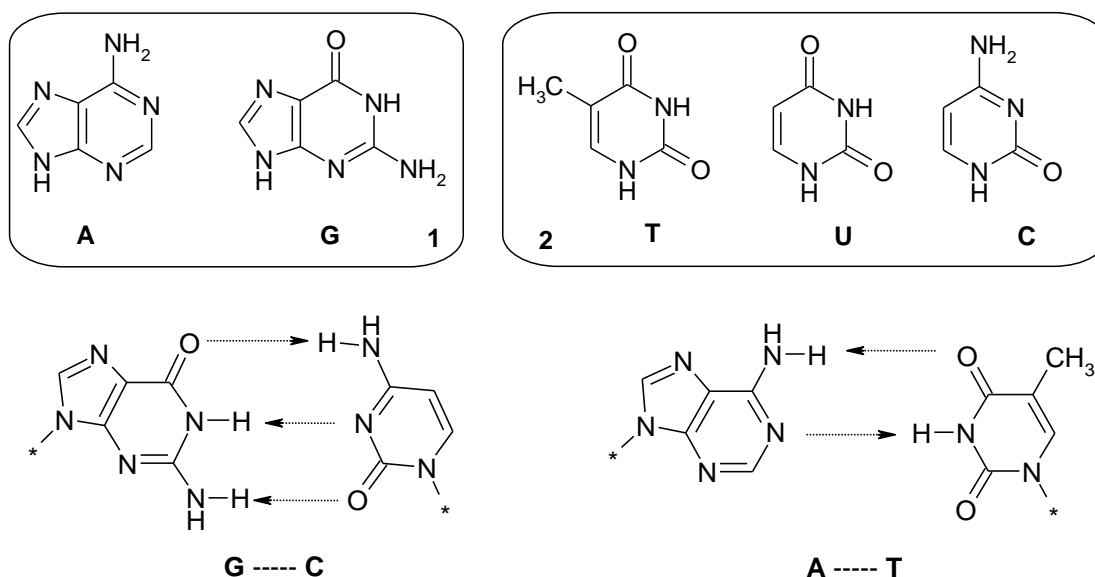
Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК). Структурною одиницею молекули ДНК, наприклад, цетидинфосфату (1) є мононуклеотид, що складається із залишку вуглеводу дезоксирибози (1a), однієї з чотирьох (A, G, T, C) азотистих основ, а саме - цетидину (1b), та залишку ортофосфатної кислоти (1c). Останні забезпечують зв'язок мононуклеотидів у полімерний ланцюг. У свою чергу, рибонуклеїнова кислота (РНК), наприклад, аденозинфосфат (2) будується аналогічним чином за участю рибози (2d), однієї з чотирьох (A, G, U, C) азотистих основ, тут – аденозину (2b), та залишку ортофосфатної кислоти (2c).



Мал. 70. Структурні одиниці ДНК (1) та РНК (2)

Азотисті основи за хімічною будовою поділяються на пуринові (1) та піримідинові (2) (мал. 71). Їх функціональне значення полягає в забезпеченні принципу *компліментарності* (відповідності) ланцюгам полімерів та послідовності амінокислот у первинній структурі білка. Принцип компліментарності слугує своєрідним біологічним кодом у процесах реплікації, транскрипції і

трансляції. За цим принципом пуриновій азотистій основі відповідає піримідинова і навпаки. «Впізнавання» структурами білка одна одної відбувається за рахунок утворення водневих зв'язків. Показано на прикладі пар гуанін – цитозин та аденін – тимін:



Мал. 71. Пуринові (1) й піримідинові (2) азотисті основи та принцип компліментарності

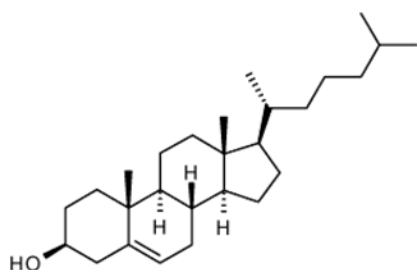


### Цікаві подробиці



- На полицях магазинів з'явилася соняшникова олія з позначкою на етикетці «Без холестерину». На задум виробників і маркетологів, має привернути увагу небайдужих до свого здоров'я споживачів до товару. Олія справді не містить холестерину, але не тому, що його звідти вилучили, а тому, що його там ніколи не було.

- Холестерин, або холестерол, природний жиророзчинний стероїдний спирт, який входить до складу клітинних мембран тварин. Приблизно 80 % його виробляються в організмі людини печінкою, нирками, наднирковими залозами і тільки 20 % потрапляють в організм з їжею. Він необхідний для вироблення вітаміну D, гормонів (у тому числі й статевих); підтримки роботи нервових синапсів головного мозку та імунної системи. Вважають, що через підвищений



рівень холестерину в крові збільшується ризик виникнення атеросклерозу. Проте трапляються випадки, коли атеросклероз виникає в людей з нормальним рівнем холестерину у крові. Відтак нині вчені вважають його одним з чинників ризику, а не причиною захворювання.

- Як уже зазначалося, рослинні жири є рідинами (оліями), але в магазинах продають тверде масло (спред) з позначкою про рослинне походження. Його одержують хімічним шляхом, відновлюючи ненасичені кислоти, що входять до складу олій.
- Немає правил без виключень. Риб'ячий жир рідкий, хоча і утворюється в організмі тварини.
- Ненасичений характер вищих карбонових кислот, що входять до складу олій, можна довести, виконавши нескладний дослід. До 3 – 5 мл рослинної олії додають 5 крапель спиртового розчину йоду. Суміш збовтують і додають до нього розчин крохмалю. Характерного для взаємодії крохмалю з йодом синього забарвлення не спостерігається, тому що йод приєднався до подвійних зв'язків ненасичених кислот.



### Питання для обговорення

- ❖ Хімічна структура молекул твердого жиру та олій.
- ❖ Значення жирів у природі та житті людини.
- ❖ Білки – природні полімери.
- ❖ Рівні структурної організації білків.
- ❖ Біологічні функції білків.



### Завдання

34. Складіть структурну формулу трипептиду Ala-Cys-Gly, обчисліть його відносну атомну масу.
35. Запропонуйте спосіб перевірки вершкового масла на наявність у його складі рослинних жирів.



## Вуглеводи і вітаміни як компоненти їжі та їхня роль в організмі

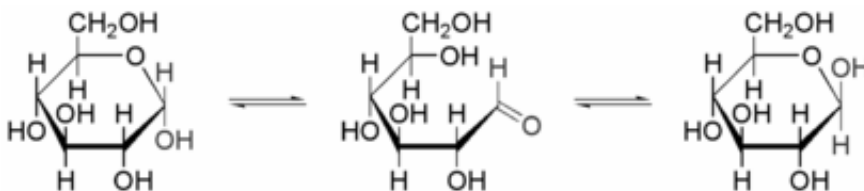


Мал. 72. Листя рослин мають зелений колір завдяки хлорофілу. А хлорофіл такий через те, що зелена частина видимого спектру віддзеркалюється. Для процесу фотосинтезу головну роль відіграють синя і червона частина світлового спектра

**Вуглеводи** є найпоширенішими органічними сполуками: понад половину органічного Карбону на Землі існує у формі вуглеводів. Здебільшого вуглеводи є сполуками рослинного походження — це продукти фотосинтезу (мал. 72). Вони є результатом перетворення енергії сонячного світла в енергію хімічних зв'язків органічних сполук.

Поряд з білками і жирами вуглеводи – важлива складова частина харчування людини і тварин. Їхня функція полягає в забезпеченні організму енергією, в тому числі й для здійснення процесів обміну жирів і білків. Тому класичне співвідношення білків, жирів і вуглеводів у раціоні дорослої людини становить 1 : 1 : 4. Вуглеводи поділяють на моно-, ді-, та полісахариди.

**Глюкоза** (від грец. γλυκύε солодкий – виноградний цукор), емпірична формула  $C_6H_{12}O_6$ . Належить до групи моносахаридів. Білі кристали солодкі на смак, легко розчиняються у воді. Хімічна структура молекули зумовлює поєднання властивостей альдегідів і багатоатомних спиртів. Може існувати в трьох формах:  $\alpha$ -циклічна, лінійна,  $\beta$ -циклічна:



Міститься в соку винограду, багатьох фруктах, а також у крові людей і тварин. Робота м'язів виконується головним чином за рахунок енергії, що виділяється під час окиснення глюкози.

Глюкоза утворюється у процесі фотосинтезу з вуглекислого газу і води завдяки складному ланцюгу біохімічних реакцій, що їх каталізують ферменти, а також під час гідролізу полісахаридів крохмалю і целюлози під дією ферментів або мінеральних кислот. Глюкоза продається як самостійний продукт харчування (мал. 73).



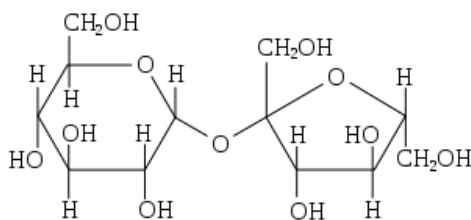
Мал. 73. Магази́нна упаковка глюкози

**Фруктоза** (*плодовий цукор*), емпірична формула  $C_6H_{12}O_6$ . Вуглевод із групи моносахаридів, що міститься в солодких плодах, меду. Безбарвні кристали, солодкі на смак (солодше від сахарози в 1,5 рази і глюкози – в 3 рази), розчинні у воді. Використовується як цукорозамінник у виготовленні продуктів для хворих на діабет, а також продається як самостійний харчовий продукт (мал. 74).



Мал. 74. Магазинна упаковка фруктози

**Сахароза** (від грец. *σάκχαρ* – цукор. Емпірична формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .), *буряковим* або *очеретовим* (мал. 74). Важливий дисахарид. Білі, солодкі на смак кристали, добре розчинні у воді, погано – в спиртах.



Молекула сахарози складається із залишків молекул глюкози і фруктози. Піддається гідролізу під дією кислот і ферменту сахарази. В результаті гідролізу розпадається з утворенням молекул моносахаридів: глюкози і фруктози.

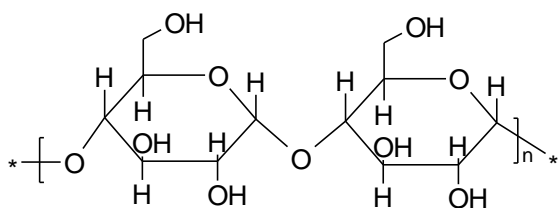
Сахароза дуже поширена у природі: синтезується в хлоропластах та інших органелах клітин усіх зелених рослин і накопичується у стеблах, коренях, плодах. Видобувається цукроза з цукрового буряку чи з цукрового очерету (мал. 75); міститься в соку берези, клену та деяких фруктах. Сахароза — цінний харчовий продукт. Використовується в харчовій та мікробіологічній промисловості для одержання спиртів, лимонної та молочної кислот, поверхнево-активних речовин. Ферментацією (бродинням) цукрози виробляють значний обсяг етилового спирту.

**Крохмаль і целюлоза** належать до групи полісахаридів – природних полімерних сполук. Мономером у цих речовинах є молекула глюкози.

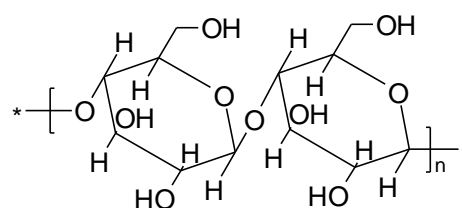


Мал. 75. Цукровий буряк містить сахарози приблизно третину від маси коренеплоду, а стеблина цукрового очерету – приблизно п'яту частину

Різниця полягає в тому, що крохмаль (*a*) – полімер утворений залишками  $\alpha$ -циклічної, а целюлоза (*b*) –  $\beta$ -циклічної форми глюкози.

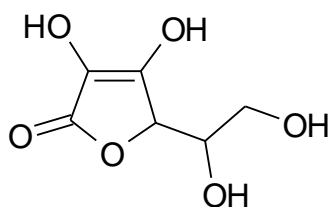


a



b

У природі крохмаль утворюється в результаті фотосинтезу в листках рослин, відкладається у вигляді крохмальних зерен, кореневищах, зернах. У шлунковому тракті людини і тварин крохмаль зазнає гідролізу й перетворюється на глюкозу, що засвоюється організмом. Целюлоза (*клітковина*) – волокниста речовина, головна складова оболонки рослинних клітин.



Мал. 76. Ягоди і фрукти  
з великим умістом  
вітаміну С

**Вітаміни** (від лат. *Vita* — життя) — органічні сполуки різної хімічної природи, необхідні в невеликих кількостях для нормального обміну речовин і життєдіяльності живих організмів. Багато вітамінів є попередниками коферментів, що беруть участь у ферментативних реакціях. Більшість з них потрапляють в організм людини з їжею. Нестача вітамінів призводить до порушення обміну речовин. Джерелом вітамінів найчастіше є рослини.

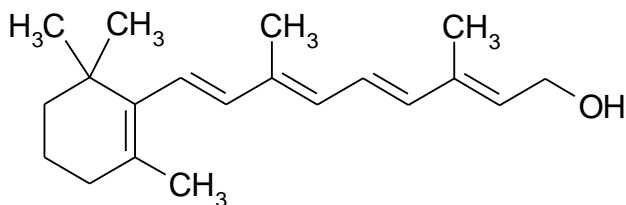
**Вітамін С** (аскорбінова кислота) добута в 1934 р. швейцарським хіміком, лауреатом Нобелівської премії Тадеушем Рейхштейном.

Біла кристалічна речовина, кисла на смак, легко розчиняється у воді, міститься в свіжих фруктах й овочах. При контакті з вологим повітрям і під час нагрівання руйнується, тому вимочування або переробка овочів знижує вміст у них вітаміну С. Він не утворюється в організмі людини і надходить лише з продуктами харчування. Добова потреба людини в аскорбіновій кислоті достатньо велика – 63 – 105 мг.

Нестача аскорбінової кислоти може спричинити цингу. Велика кількість вітаміну С міститься в лимонах, плодах шипшини, червоного перцю, смородини, зеленої цибулі. Чорна смородина містить найбільшу кількість вітаміну С серед рослин, що

культивуються в Україні. Лимон є «чемпіоном» за кількістю вітамінів у його плодах. Один зірваний стиглим плід ківі середнього розміру містить добову норму вітаміну С, необхідну для дорослої людини (мал. 76).

**Вітамін А** (аксерофтол, ретинол, вітамін росту).



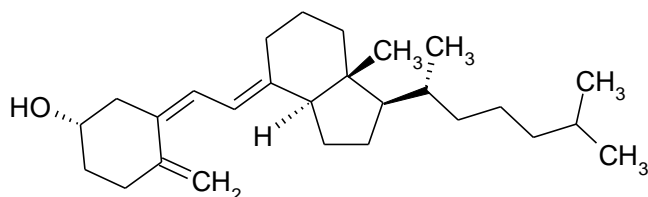
Міститься в деяких продуктах тваринного походження – риб'ячому жирі, печінці, молочних продуктах (сметані, вершковому маслі), курячих яйцях; у рослинних продуктах, які містять оранжево-жовтий пігмент каротин (від франц. лат. *carota* – морква). Каротиноїди, потрапляючи до організму людини, можуть перетворюватися на вітамін А. Вони містяться в листках, квітках і плодах багатьох рослин, а також у грибах і водоростях. Найбагатші на каротин ті частини рослин і плоди, що забарвлені в оранжево-червоний або зелений колір. Багато цієї речовини в моркві, червоному перці, помідорах, кропиві, шпинаті, салаті, гарбузі, зеленій цибулі, петрушці, щавлі, персиках, абрикосах, плодах обліпихи й шипшини (мал. 77). Вітамін А і каротин мають властивість накопичуватися в організмі і можуть витрачатися впродовж 2 – 3 років. Звичайна теплова обробка майже не впливає на його вміст у продуктах.



Мал. 77. Багаті на вітамін А: шпинат, обліпиха, щавель

**Вітамін Е** (токоферол, антистерильний). Вітамін Е запасється переважно в жировій тканині. Основними природними джерелами вітаміну Е слугують зелене листя рослин, а також бавовняна, арахісова, соєва й пшенична олії. Хорошим джерелом цього вітаміну є також маргарин, виготовлений з рослинної олії. Вітамін Е є антиоксидантом (речовиною, що гальмує процеси окиснення) і, зокрема, запобігає окисненню і руйнуванню вітаміну А, незамінний у репродуктивній функції організму. Завдяки своїм властивостям використовується у косметичних поживних кремах для шкіри – надає ефекту «омолодження». У людини, особливо в дітей, нестача вітаміну Е в організмі призводить до швидкого руйнування еритроцитів і відтак анемії.

**Вітамін D** (антирахітичний) – жиророзчинна речовина. За хімічною структурою поєднує в собі декілька речовин з подібною структурою групи кальциферолів. Утворюється в шкіряних покривах під впливом сонячного світла з холестерину (див. с. 102) звідки і походить назва D<sub>3</sub> – холекальциферол:



Основні джерела вітаміну D<sub>3</sub> – печінка риб (тріска, палтус, камбала, морський минь), риба, жир, ікра, яєчний жовток, молочні продукти, дріжджі, гриби (мал. 78). Вітамін D<sub>2</sub> – рослинного походження. Міститься в люцерні, хвощі, кропиві, петрушці, капусті, картоплі, грейпфрутах, лимонах, кукурудзі і кукурудзяній олії, ячмені. Для повноцінного засвоєння вітаміну необхідне споживання достатньої кількості жиру.



Мал. 78. Кварцова лампа – джерело ультрафіолетового світла, яке ініціює синтез вітаміну D

Вітамін D регулює обмін Кальцію, Магнію і Фосфору, забезпечує нормальну роботу щитовидної залози, нирок, серця, бере участь у імунному захисті організму. Головною функцією вважається забезпечення нормального формування кісток у дітей і попередження рахіту, а також запобігання остеопорозу в дорослих. Добова потреба у вітаміні становить близько 5 мкг для дорослих і до 10 мкг – для дітей.

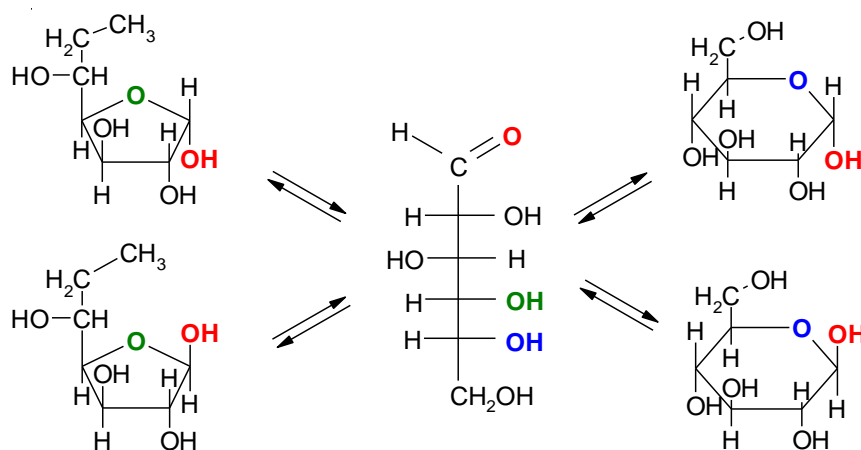


### Теоретичне занурення

Класифікація вуглеводів. Вуглеводи поділяють на три групи: моно-, ди- та полісахариди. Залежно від кількості атомів Карбону, що входять до складу молекули моносахариду, розділяють тріози, тетрози, пентози тощо; залежно від наявності функціональних груп – альдози і кетози.

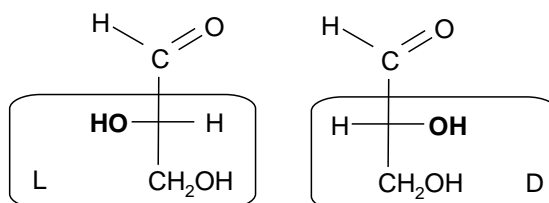
Ізомерія вуглеводів достатньо складна через велику кількість асиметричних атомів Карбону. Для прикладу наведені найважливіші форм ізомерії.

➤ Цикло-оксо-таутомерія. Існування молекул моносахаридів у різних формах: *фуранозній* (5-членна гетероциклічна, аналог фурану) та *піранозній* (6-членна гетероциклічна, аналог пірану):



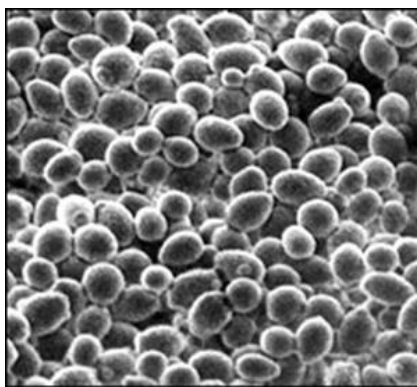
➤ Аномерія ( $\alpha$ - і  $\beta$ -ізомери) - за положенням полуацетального (глюкозидного) гідроксилу, що утворився з альдегідної або кетонної групи. Якщо у зображенні у вигляді формул Х. Хеуорса полуацетальний гідроксил розташований знизу – це  $\alpha$ -ізомер (на схемі розташовані у верхньому ряду), якщо зверху –  $\beta$ -ізомер. Полуацетальні гідроксильні групи утворюються з атомів Оксигену, що входять до складу альдегідної (для глюкози) або кетонної (для фруктози) функціональних груп. Гетероциклічне кільце утворюють атоми Оксигену гідроксогруп біля 4 (піранозна форма) або 5 (фуранозна форма) атомів Карбону глюкози; відповідно 5 і 6 атомів для фруктози.

➤ Діастеромерія (D-, L-ізомери). Оптичний вид ізомерії. Визначається за аналогією з фрагментом гліцеролового альдегіду. Якщо гідроксильна група при передостанньому атомі Карбону на проекції Коллі – Коленса розташована ліворуч, то це L-ізомер, якщо праворуч – D-ізомер:



### Цікаві подробиці

- Виготовляючи в домашніх умовах дріжджове тісто до нього добавляють цукор. Він необхідний як живильне середовище для дріжджів (мал. 79), які активно розмножуються, перетворюючи цукор на спирт. Коли спирту накопичується достатньо багато, дріжджі починають гинути. Але в опарі вони все одно залишаються у великій кількості, тому тісто після випікання може мати запах опари, що бродить. Щоб уникнути цього, в тісто добавляють розбавленого спирту (горілки), що пригальмовує бродіння опари і позбавляє випічку зайвого запаху. Нижче наведено рецепт універсального (придатного і для солоної, і для солодкої начинки) дріжджового тіста за опарним способом.



Мал. 79 Дріжджі активно розмножуються за температури 30 – 35 °С. Кожна клітина відпочковує до 25 подібних клітин



Мал. 80. Випічка з дріжджового тіста



### Завдання

- 1 Чайну ложку сухих дріжджів розчинити у 0,5 стакана теплої води; додати 1 стакан теплого молока і 2-3 столові ложки цукру; залишити у теплому місці на 2 години. Коли опара почне спадати, додати 3 яйця; 2 ст. ложки сметани; 100 г м'якого вершкового масла; 3 ст. ложки цукру; 0,5 чайної ложки солі; на кінчику ножа ванілі і лимонної кислоти; ст. ложку горілки і приблизно 0,5 кг борошна. Замісити і залишити на 2 години, двічі за цей проміжок часу обминаючи опару. Замісити тісто витримати його на столі під рушником 15 хвилин. Сформувати виріб, додавши начинку; покласти на лист вкритий папером для випікання; залишити на 30 хвилин у теплому місці, прикривши рушником. Випікати до готовності (мал. 80).



### Питання для обговорення

- ❖ Вуглеводи як хімічні сполуки.
- ❖ Найважливіші представники класу вуглеводів.
- ❖ Значення вуглеводів у природі.
- ❖ Вуглеводи – цінний продукт харчування.
- ❖ Вітаміни і здоров'я людини.
- ❖ Продукти харчування – джерела вітамінів.

**36.** Витяг з кулінарної книжки: «...У нестерилізованих фруктових сиропах уміст цукру має бути не менш ніж 65 %, щоб сироп міг зберігатися довгий час...». Для виготовлення такого сиропу на 1 кг фруктового соку беруть 1,5 кг цукру. Обчисліть кількість води, що її потрібно випарити із сиропу до точки готовності.

**37.** Визначте масову частку Оксигену в молекулі вітаміну С.

## Харчові добавки. Е-числа

З розвитком харчової промисловості перед виробниками постають певні вимоги до продукції, що виготовляється. Вона повинна мати «товарний вигляд» (не псуватися, не змінювати колір і консистенцію) і достатньо тривалий термін зберігання. Задля цього до продуктів харчування додають спеціальні речовини, що називаються *харчовими добавками*.



Історія харчових добавок походить від стародавніх часів. Здавна люди намагалися поліпшити смакові якості й зовнішній вигляд їжі, надати їй привабливості. У Стародавньому Римі, наприклад, уміли стабілізувати вино сірчистим газом, а мешканці Азії та Мексики використовували кармін не тільки для підфарбовування тканин, але і деяких страв. Промисловий підйом ХІХ ст. сприяв значному збільшенню переліку харчових добавок, а розвиток харчової хімії у ХХ ст. перевів більшість їх з натуральної основи на синтетичну.

Згідно з правилами контролю за використанням речовин, що їх добавляють до продуктів харчування і через індивідуальні форми алергії на певні речовини виробник зобов'язаний указувати перелік цих добавок на етикетці. Для зручності складання такого переліку введено буквені Е-коди (від першої букви в слові *Europe*), що позначають кожну з добавок. Добавки нумерують залежно від функціонального призначення. Серії Е від 100 до 199 – це барвники, від 200 до 299 – консерванти, від 300 до 399 – антиоксиданти, далі йдуть згущувачі, емульгатори, піногасники, підсилювачі смаку й аромату. Але ця класифікація є умовною, оскільки добавлена речовина може водночас виконувати декілька функцій. Так, натрій сульфід (Е221) є і консервантом, і антиоксидантом.

Багато харчових добавок мають природне походження. Наприклад, Е330 – лимонна кислота – міститься у всіх цитрусових. У томатах міститься Е160а – каротин, Е101 – вітамін В2 (рибофлавін). З морських водоростей виділяють Е400 – альгінат натрію.

Останнім часом з'являється багато повідомлень про небезпечність харчових добавок для організму людини. Зазначимо, що вплив будь-якої хімічної речовини на організм людини залежить як від індивідуальних особливостей організму, так і від кількості вжитої речовини. Для кожної добавки, як правило, визначається допустима доза добового вжитку, перевищення якої може мати негативні наслідки. Для деяких Е-добавок така доза вимірюється міліграмами на кілограм маси тіла людини. Наприклад, Е250 (натрій нітрит), що зазвичай використовується як консервант у ковбасних výroбах; Е951 (аспартам) – штучний підсолоджувач. Тому існують норми використання харчових добавок для

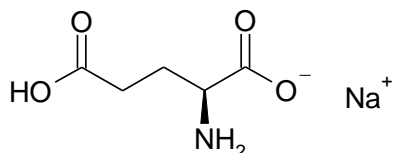


кожного виду продукції. Так, E250 до копчених ковбас додається в більшій кількості, ніж до варених, тому що вважається, що людина вживає їх менше.

Слід також брати до уваги, що спосіб одержання (методика синтезу) харчових добавок у різних країнах різний, тому їх вплив на організм може бути різним. Наприклад, оцтова або лимонна кислоти, одержані мікробіологічним способом, можуть мати домішки солей важких металів, уміст яких у різних країнах нормується по-різному. Частина добавок, які раніше вважалися нешкідливими, згодом були заборонені. Тому лікарі радять дітям, людям похилого віку й алергікам, за можливості, звести до мінімуму вживання продуктів з харчовими добавками (додаток 2).

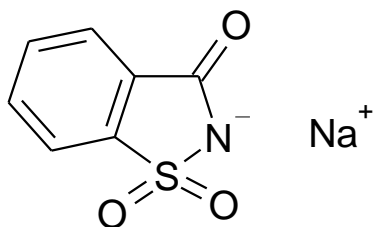


### Цікаві подробиці



**Глутамат натрію** (E621, MSG, monosodium glutamate, підсилювач смаку). Речовина отримана у Японії у 1907 році і вже через два роки потрапила у продаж під назвою «адзимоното» (суть смаку).

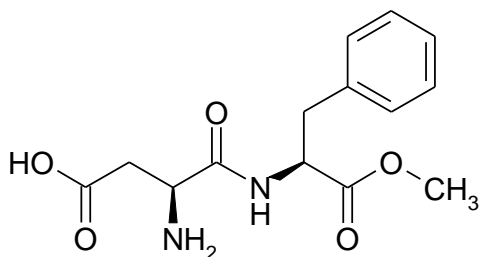
Міститься у бурих водоростях роду ламінарія. Представляє собою білу кристалічну речовину без смаку і запаху, добре розчинну у воді. Механізм дії полягає у підвищенні чутливості смакових рецепторів. Допустима доза добового вжитку складає приблизно 1,5 г для дорослої людини і до 0,5 г для дітей старших за 12 років. Дітям до 3 років давати продукти з глутаматом не рекомендується. Наслідками його надмірного споживання може бути пульсуючий головний біль у скроневій області і порушення травлення («синдром китайського ресторану»). При постійному надмірному споживанні – порушення нормальної роботи смакових рецепторів язика та різні соматичні розлади. За деякими даними, на сьогоднішній день світове споживання глутамату натрію складає не менше 200 000 тон на рік.



**«Сахарин»** E954. Безбарвна кристалічна речовина слабо розчинна у воді, тому у якості цукрозамінювача використовується її натрієва сіль. Сахарин солодший за цукор приблизно у 500 разів. Організмом не засвоюється і виводиться з сечею. Отримують його тільки синтетичним шляхом. Відкритий був випадково у 1879 році Константаном Фальбергом

(Університет Джона Холкінса, США), а вже в 1884 році розпочалося його промислове виробництво. Використовується у якості замінника цукру у продуктах для людей хворих на діабет та підсоложувача при виготовленні напоїв та інших харчових продуктів. Як правило, застосовується у комплексі з іншими цукрозамінниками, бо має легкий металевий присмак.

У 1977 році у науковій літературі з'явилися повідомлення про небезпечний вплив підсолоджувачів на основі сахарину на живі організми, і ряд країн заборонив використання цієї харчової добавки. Однак, у 1991 році результати досліджень були поставлені під сумнів, в наслідок чого обмеження на використання сахарину було знято. Зараз він вважається безпечною добавкою, за умов його помірного вживання, але його використання значно скоротилося. Допустима доза добового вжитку складає біля 5 мг на кілограм ваги.



**Аспартам** E951. Безбарвна, солодка на смак (приблизно у 200 разів солодша за цукор) кристалічна речовина добре розчинна у воді. Порівняно з цукром, відчуття солодкості виникає у ротовій порожнині не відразу і тримається довше. Відкритий у 1965 році, активно почав використовуватись у США і Британії з 1981. Випускається як самостійний продукт у вигляді харчових таблеток, а також входить до складу багатьох продуктів харчування. При нагріванні розкладається, тому непридатний для виробів, що потребують термічної обробки. В організмі розщеплюється ферментами до аспарагінової та фенілаланінової амінокислот і метанолу. Сьогодні абсолютна безпечність аспартама ставиться під сумнів, але ця речовина дозволена у якості харчової добавки у Євросоюзі з допустимою нормою добового спожитку 40 мг на кг ваги.

- Деякі виробники на етикетках у складі продукту вказують не Е-коди добавок, а її побутову або хімічну назву. Дехто з них використовує різні форми запису на одній етикетці. У такий спосіб виробники намагаються дезорієнтувати споживача.



### Питання для обговорення

- ❖ Е-добавки у виробництві продуктів харчування: необхідність чи надмірність?
- ❖ Залежність здоров'я людини від якості харчування.



### Завдання

- Аспартам випускають як замінювач цукру у вигляді маленьких пігулок, кожна з котрих за відчуттям солодоців відповідає приблизно 3,2 г цукру. Обчисліть приблизну масу аспартаму, що міститься у одній пігулці.
- Обчисліть об'єм хлороводню, необхідний для перетворення 16,9 г натрій глютамату на глютамату гідрохлорид.

## Лабораторна робота 7. Ознайомлення зі змістом етикеток до харчових продуктів



Мета: Проаналізувати... (завершіть формулювання мети роботи, зазначивши назви обраних для дослідження об'єктів та параметри аналізу).

Матеріали та обладнання: етикетки до продуктів харчування тривалого зберігання (чіпси, йогурт, сік, газовані напої тощо); збільшувальне скло; таблиця з переліком харчових добавок (див. додаток 3).

### Дослід 1. Аналіз якості вироблення і нанесення етикетки.

Перевірте якість вироблення етикетки (друк, яскравість і міцність кольорів, чіткість дрібного тексту, наявність опуклого друку тощо) та її нанесення на упаковку (друк на упаковці, наклейка на упаковку, акуратність).

Зробіть висновок про достовірність етикетки.

### Дослід 2. Перевірка наявності обов'язкової і додаткової інформації.

Перевірте наявність на етикетках таких відомостей:

- а) дата виготовлення товару (обов'язково);
- б) термін зберігання (обов'язково);
- в) умови зберігання (обов'язково);
- г) речовинний склад і харчові добавки (обов'язково);
- д) калорійність, уміст білків, жирів вуглеводів (обов'язково);
- е) попередження для людей, що потерпають від алергії (якщо продукт містить речовини-алергени);
- є) інформація про виробника.

### Дослід 3. Аналіз вмісту харчових добавок за даними на етикетці.

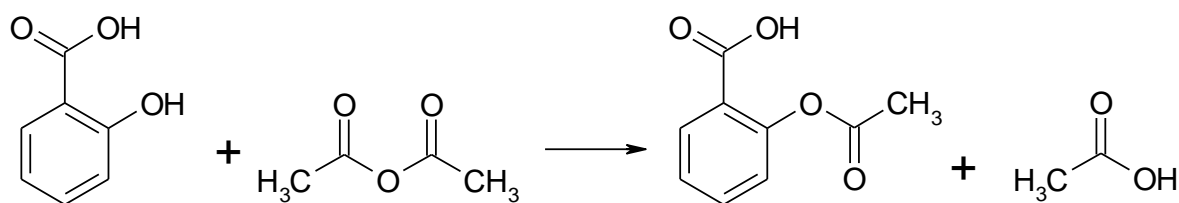
Користуючись переліком харчових добавок (див. додаток 3), перевірте етикетку на наявність у продукті заборонених і потенційно небезпечних добавок.

Висновки: (запишіть висновки щодо відповідності етикеток до продуктів харчування встановленим вимогам по кожному з визначених у досліді параметрів).

### 13. Поняття про синтетичні лікарські препарати

Нині майже 95 % фармацевтичного виробництва пов'язане з синтетичними речовинами, на основі яких створюються лікарські препарати. Головною частиною будь-якого препарату є діюча речовина – сполука, що напрямлена впливає на організм людини або тварини. Крім діючої речовини до складу препарату входять супутні речовини. Вони або підсилюють, або пролонгують (пом'якшують та подовжують у часі) дію основної речовини. Допоміжними речовинами слугують різноманітні добавки (стабілізатори, розчинники та ін.). Наприклад, для того щоб надати лікарської форми пігулці, до неї добавляють крохмаль.

**Аспірин** (ацетилсаліцилова кислота) використовується як протизапальний, знеболювальний, жарознижувальний засіб. Його синтез здійснюється взаємодією саліцилової кислоти і оцтового ангідриду:



Не зважаючи на поширеність і доступність препарату, треба пам'ятати, що будь-який препарат у разі неправильного вживання може стати отрутою. Тому треба уважно читати інструкцію і дотримуватися схеми прийому ліків. За тривалого вживання аспірину навіть у помірних дозах він може спричинити шлункову кровотечу, пошкодження нирок і погіршення слуху, тому аспірин не рекомендують давати дітям до 12 років. Аспірин виробляють у різних лікарських формах: звичайні і водорозчинні таблетки, капсули з порошком (мал.81).



Мал. 81. Таблетка аспірину

До речі, лікарські препарати або вітаміни, до складу яких входять речовини з карбоксильною групою, або ті, що мають виражені кислотні властивості (ацетилсаліцилова кислота, вітамін С тощо), під час вживання спричиняють подразнення слизової оболонки шлунка. В окремих випадках це може виявлятися у вигляді печії, відчутті важкості або болю. Саме тому лікарі рекомендують запивати такі препарати молоком (мал. 82).

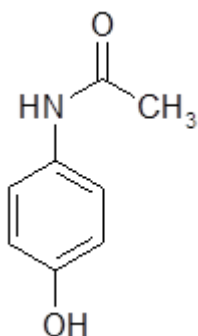


Мал. 82. Слянка молока



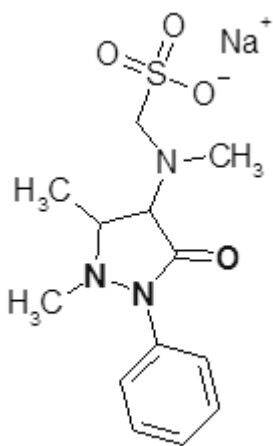
### Цікаві подробиці

**Парацетамол** – лікарський засіб, який останнім часом дуже активно використовується у різноманітних препаратах від застуди (мал. 83). Назва препарату походить від раціональної назви хімічної структури (пара-аміноацетофенол). Використовується як знеболювальний та жарознижувальний препарат. Є широко розповсюдженим анальгетиком, що володіє доволі слабкими протизапальними властивостями. Разом з тим, при надмірному вживанні може стати причиною порушення роботи печінки, кровоносної системи та нирок.



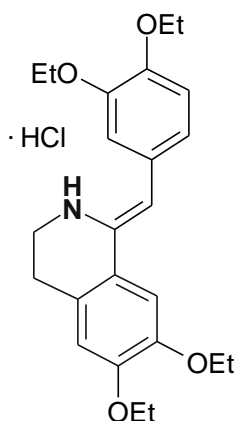
Мал. 83. Основу лікарських препаратів максиколд, флюколд, панадол складає парацетамол

**Анальгін.** Хімічна назва [(1,5-диметил-3-оксо-2-феніл-2,3-дигідро-1Н-піразол-4-іл)-N-метиламіно]метансульфонат натрію. Таблетки білого, або білого з жовтуватим відтінком кольору із плоскою поверхнею фаскою та рисою. До складу 1 таблетки входить діюча речовина: метамізолу натрію 0,5 г; допоміжні речовини: крохмаль картопляний, кальцію стеарат, тальк. Анальгін (метамізол натрію) виявляє аналгетичну, жарознижуючу та протизапальну дію. Його призначають при головному та зубному болю, невралгії, радикуліті тощо. Звичайна доза для дорослих і підлітків віком від 12 років складає 250-500 мг 1-2 рази на добу.



Таблетки приймають після їжі, запиваючи невеликою кількістю води. Тривалість прийому препарату — не більше 2 днів. Анальгін не призначають людям з підвищеною чутливістю до похідних піразолону (бутадіон, трибузон, антипін); з вираженими порушеннями функції печінки чи/та нирок; бронхіальною астмою; захворюваннями системи крові; вагітним та матерям у період годування груддю. Не призначають дітям до 12 років.

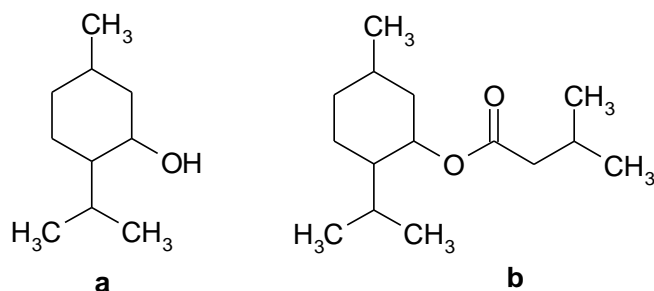
**Но-шпа** (дротаверина гідрохлорид). Випускається у ампулах для ін'єкцій



та у таблетках. Кожна таблетка містить дротаверин гідрохлориду 80 мг. Допоміжні речовини: магнію стеарат, тальк, повідон, кукурудзяний крохмаль, лактози моногідрат. Зменшує надходження іонів кальцію до клітин гладком'язової тканини; знижує тонус м'язів та рухливу активність внутрішніх органів; розширює судини. Не призначається людям з підвищеною чутливістю до компонентів; з тяжкою недостатністю функцій печінки, нирок, серця; дітям до 1 року. Дротаверин входить до складу комплексних засобів, наприклад, ношпальгину – препарату, що поєднує дію но-шпи і анальгину (таблетки від головного болю).

**Валідол.** Випускається у вигляді 25% спиртового розчину (зовнішній заспокійливий засіб при укусах комах) та у таблетках по 60 мг. Таблетки мають заспокійливу дію та рефлекторно розширюють судини серця і головного мозку. Застосовуються при легких нападах стенокардії, неврозах, нудоті. Не призначається дітям до 12 років.

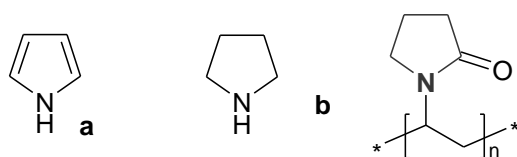
За хімічною структурою валідол представляє собою розчин ментолу (а) у ментиловому ефірі ізовалеріанової кислоти (b):



### Теоретичне занурення

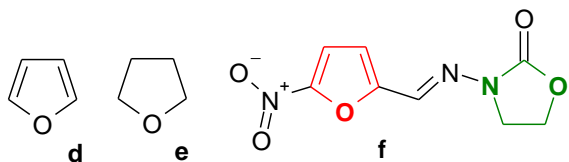
Переважає більшість синтетичних лікарських препаратів побудована на основі гетероциклічних органічних сполук. Вони бувають аліциклічні і ароматичні. Найбільше значення в природі мають п'яти та шестичленні гетероциклічні сполуки. Нижче наведені приклади деяких найбільш важливіших структур.

#### П'ятичленні гетероцикли.



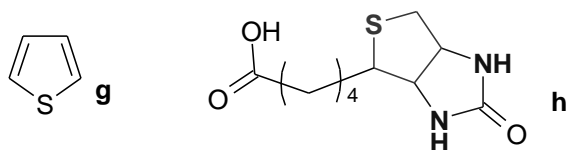
П'ятичленні гетероцикли з атомом Нітрогену: пірол (а) – ароматична система; піролідин (b) – за властивостями вторинний амін. Похідні піролу входять до складу багатьох природних об'єктів (наприклад,

порфірин, що утворює гемоглобін, хлорофіл, вітамін  $B_{12}$ ) та лікарських засобів. Наприклад, ПВП (полівінілпіролідон-2) на схемі позначений (с). Низькомолекулярний ПВП (молекулярна маса близько 12-13 тис. а.о.м) утворює колоїдні розчини і використовується для виготовлення замінювача крові (Гемодез). Середньомолекулярний ПВП (35-40 тис. а.о.м.) використовується фармацевтичною промисловістю як в'язуча речовина при виробництві таблеток.



До складу фуразолідону (f) – антибактеріального засобу ряду нітрофуранів, входить добре відомий вам фурановий (d) цикл (пригадайте фуранозну форму глюкози).

А також оксозолідин (f) – гетероцикл з двома гетеро атомами: Нітрогену і Оксигену. Його також можна розглядати як внутримолекулярний амід – такі аміди називають *лактамами*. У свою чергу, описаний вище піролідон-2 - фрагмент ПВП (с) з Гідроґеном біля атома Нітрогену замість полівінільного фрагменту, можна розглядати як внутримолекулярний складний ефір гідроксикарбонової кислоти. Естери такого типу називають *лактонами*. А тетрагідрофуран, (e) за властивостями схожий на прості ефіри, використовується як розчинник у хімічній промисловості.



Тіофен (g) та його похідні не так поширені у природі, як похідні піролу, але його похідні не менш важливі. Наприклад, Вітамін Н (h), до складу якого входить ще

один гетероцикл – імідазол.

Знайдіть у описі лікарських засобів (дивись основний текст параграфу) ще два гетероцикла з Нітроґеном: п'ятичленний піразол та шестичленний, конденсований з бензином – тетрагідроізохінолін.



### Питання для обговорення

- ❖ Значення синтетичних органічних речовин для виготовлення ліків.
- ❖ Діючі речовини найуживаніших лікарських засобів.



### Завдання

40. Обчисліть кількість аспірину, що теоретично можна отримати з 13,8 г саліцилової кислоти.
41. Яку кількість *n*-амінобензофенолу взяли для одержання 30,2 г парацетамолу, якщо його вихід становив 95 % від теоретичного.

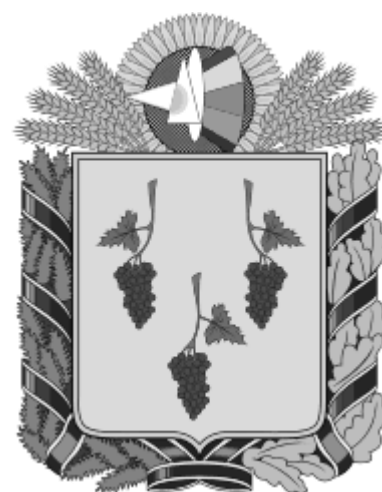
## 14. Шкідливий вплив вживання алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на організм людини

**Алкогольні напої та наслідки зловживання ними.** Традиції світового виноробства виходять зі стародавніх часів і це відбилось у різних елементах культури людства (мал. 84, 85). Плоди винограду належать до класичних геральдичних символів (і в теперішній час на гербах міст Ялти, Ізюма, Ужгорода зображений виноград). У біблійській символіці лоза – символ народу, нації; у Євангелії лоза означає християнство, а виноградне гроно – послідовників Христа. Вино довгий час використовувалось для лікування. Гіппократ застосовував червоне сухе вино як антисептик, діуретик (сечогінне), заспокійливе, а також як розчинник для ліків. Також відома здатність червоного вина стимулювати процеси кровотворення, розширювати судини, знижувати кількість холестерину у крові, сприяти виділенню жовчі, шлункового соку та інше. Такі властивості вина пояснюють різноманітністю речовин, що входять до його складу: амінокислоти, біологічно активні речовини (флавоноїди, таніни та ін.), дубільні речовини, вітаміни групи *B* та інші. У 150 г червоного вина міститься: білків – 0,11 г; води – 127,7 г; спирту – 15,9 г. Макроелементи: Калій – 190 мг, Натрій – 6 мг, Кальцій – 12 мг, Магній – 18 мг. Мікроелементи: Ферум – 0,69 мг, Селен – 0,3 мкг, Купрум – 0,017 мг, Цинк – 0,21 мг та інші речовини. У солодких винах також глюкоза і фруктоза – 0,3 г. Їх кількість та різноманітність залежить від багатьох факторів: сорту винограду; ґрунтів, на яких він вирощується; агротехнічних прийомів; погодних умов, технології виготовлення вина та інших.

Основним компонентом вина є етиловий спирт, що утворюється внаслідок бродіння виноградного цукру (глюкози). Етанол, потрапляючи в організм у кількості, що перевищує 0,5 г/л крові,

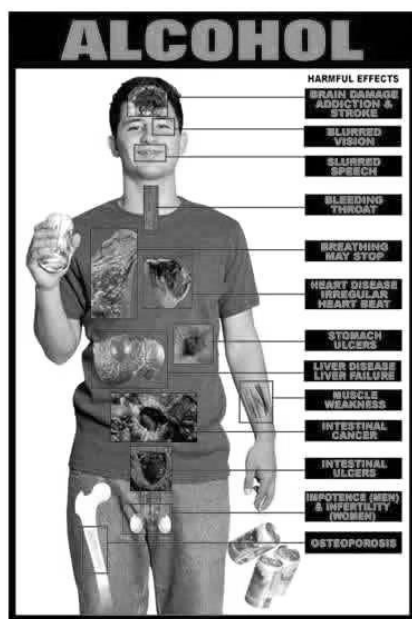


Мал. 84. Чаша для святого причастя традиційно наповнюється розведеним червоним вином



Мал. 85. Герб м. Ізюм Харківської області





Мал. 86. Американський інформаційний плакат для учнів коледжів про вплив алкоголю на організм людини. У Америці вживання алкоголю законом дозволяється з 21 року.

оказує на нього токсичну дію. Концентрація алкоголю у крові біля 5,0 г/л крові (приблизно 4-12 г на кг ваги тіла) є смертельною. Невеликі кількості алкоголю (до 0,3 г/л крові) практично не відчуються організмом. Тому, наприклад, існує така лікарська форма як настоянка, що містить 40-70% етанолу. Крім того, етанол у незначних кількостях може утворюватись і у самому організмі (при вживанні квасу, кефіру, фруктів та ін.). Навіть є наукові дослідження, що описують позитивний вплив вина на стан серцево-судинної системи за умов помірного вживання якісного виробу з урахуванням індивідуальних особливостей організму.

Однак, слід відмітити, що питання користі помірних доз алкоголю до теперішнього часу є дискусійним і неоднозначним. Директор Національного інституту з вивчення зловживання алкоголем і алкоголізму (США) доктор Енох Гордіс, коментуючи результати досліджень впливу помірних доз алкоголю на зниження загрози ішемічної хвороби серця, відмічає, що поки нема достатніх причин пов'язувати позитивні результати з дією саме алкоголю. Внаслідок чого, він порекомендував: особам, що взагалі не вживають алкоголь, не почи-

нати його вживання «з метою підтримки здоров'я»; особам, що вживають алкогольні напої, - утримуватись у межах норми до 12 г (для дорослих жінок) і 24 г (для дорослих чоловіків) у перерахунку на чистий етанол на добу.

Етанол оказує пряму токсичну дію:

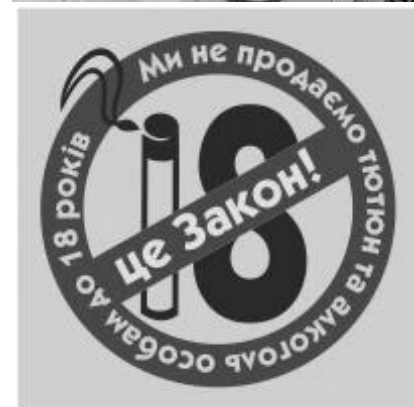
- на клітинні мембрани. Етанол добре розчинний у воді, гірше – у жирах, але така подвійна природа наділяє спирт властивістю вражати клітинні мембрани, особливо у місцях розташування іонних каналів. Внаслідок цього порушується транспорт іонів натрію і кальцію через мембрану. Що у свою чергу знижує збудливість нервових тканин;
- на контрактильні білки (дієві волокна міокарду). Під впливом етанолу порушується структура білку, внаслідок чого виникає кардіодепресивний (пригнічення серцевої діяльності) ефект. Слід відмітити, що такий ефект виникає при кількості алкоголю у крові близько 4,5 г/л, що відповідає стану важкої інтоксикації;

- на мітохондрії міокарду. Етанол здатний включатись у процеси внутріклітинного метаболізму. При участі цитоплазматичного ферменту (естерази), відбувається утворення естерів жирних карбонових кислот, внаслідок чого вони втрачають зв'язок з білками і у великій кількості потрапляють у мітохондрії. Там відбувається їх деестерифікація, а жирні кислоти, включаючись у метаболізм, пригнічують процеси мітохондріального дихання.

Крім прямої токсичної дії самого етанолу, на організм також оказують вплив його метаболіти, головним чином – оцтовий альдегід. Останній є дуже хімічно-активною речовиною, тому швидко реагує з іншими речовинами – у першу чергу з амінокислотами і білками. Таким чином пригнічуються процеси білкового синтезу, відбувається порушення структури білків. Так, оцтовий альдегід утворює сполуки з гемоглобіном, значно зменшуючи його газотранспортні властивості.

Під зловживанням алкоголем розуміється будь-яке систематичне вживання алкогольних напоїв, яке викликає фізичні, психічні та соціальні негативні наслідки для особи, або її оточення. У даному випадку кількість вжитого алкоголю не береться до уваги. Серед основних аспектів зловживання слід відмітити такі:

- вживання алкогольних напоїв будь-якої міцності особами що не досягли 18 років. Цей віковий ценз прийнятий у більшості країн світу. У деяких країнах (Індонезія, Єгипет, Камерун) вживання міцного алкоголю дозволене по досягненню особою 21-річного віку, а в деяких (Бруней, Лівія) взагалі заборонено. Релігійні традиції Ісламу також забороняють вживання алкоголю. Такі обмеження пов'язані з особливо негативними наслідками дії алкоголю на організм, що росте і не закінчив своє формування;
- вживання алкоголю перед керуванням складними механізмами та автотранспортними засобами;
- вживання алкогольних напоїв жінками під час вагітності;
- вживання алкоголю паралельно з лікарськими препаратами;
- одночасне вживання різних видів алкогольних напоїв;



Мал. 87. Позначки на касах магазинів, що нагадують про вікові обмеження споживання алкоголю і тютюну

- вживання алкоголю разом з «енергетичними напоями». Останні містять великі дози кофеїну, що стимулює процеси збудження центральної нервової системи. Алкоголь, навпаки, ініціює гальмування ЦНС. Така антагоністичність дії речовин може привести до тяжких наслідків для здоров'я і навіть до смерті.

Зловживання алкогольними напоями може привести до гострого отруєння, або до хронічного отруєння організму, що називають алкоголізмом.

Алкоголізм – тяжка хвороба, пов'язана з серйозними біохімічними і структурними змінами, що відбуваються внаслідок токсичної дії етанолу на різні системи органів, та в першу чергу на центральну нервову систему. Етанол офіційно не вважається наркотичною речовиною, але прояви алкоголізму (виникнення звикання, синдром відміни) мають схожість з симптомами наркоманії.

### Тютюнопаління та шкідливий вплив нікотину



Мал.88. *Nicotiana*  
*Tabacum*.

Або просто паління – вдихання диму тліючого висушеного листа тютюну. Найбільш важливим компонентом тютюнового диму є нікотин. Нікотин – алкалоїд, що міститься в рослинах родини пасльонових (*Solanaceae*), переважно в тютюні (мал. 88) і, в менших кількостях, в томатах, картоплі, баклажанах, зелених болгарських перці. Нікотинові алкалоїди також присутні в листі коки. Нікотин становить від 0,3 до 5% від маси тютюну в сухому вигляді. У малих концентраціях речовина збуджує нервову систему. Це є одним з основних факторів, що формують залежності від куріння тютюну.

При потраплянні нікотину у організм з димом він швидко долає гематоенцефалічний бар'єр і вже через 7-10 секунд досягає клітин мозку, де його розклад продовжується протягом 8 годин. Нікотин засвоюється в печінці за допомогою ферменту цитохрому. У низьких концентраціях він збільшує активність рецепторів, що веде до збільшення кількості гормонів адреналіну та ацетилхоліну. Викид адреналіну призводить до прискорення серцебиття, збільшення кров'яного тиску і частішого дихання, а також до більшого рівня глюкози в крові. Ацетилхолін викликає деполяризацію клітин і приплив кальцію. Кальцій запускає викид адреналіну (і норадреналіну) у кров. Котинін – це побічний продукт засвоєння нікотину, який залишається в крові до 48 годин і може бути використаний як індикатор схильності людини до куріння.

У високих дозах нікотин призводить до блокування нікотинового ацетилхолінового рецептора, що є причиною токсичності нікотину. Крім усього іншого, нікотин збільшує рівень дофаміну, що збуджує центри задоволення мозку, Ці ж центри мозку відповідають за «больовий поріг» організму.

Нікотин – дуже сильна отрута. Викликає параліч нервової системи (зупинка дихання, припинення серцевої діяльності, смерть). Середня летальна доза для людини: 0,5-1 мг/кг. Для порівняння: у ціаністого калію цей показник приблизно втричі вище (1,7 мг/кг). Також, регулярне вживання великих доз нікотину може викликати порушення зору, ураження шлунка і поразка кишечника. Нікотин легко окислюється до нетоксичної нікотинової кислоти (вітамін РР). Однак в організмі людини відсутні ферменти, необхідні для такого роду окислення. Тому навіть ті люди, що курять, можуть страждати від нестачі цього вітаміну.

Цигарковий дим, крім нікотину містить велику кількість речовин (близько 4 000!). Суміш складається в середньому з 60 % різних газів і 40 % мікроскопічних дьогтеподібних крапель (аерозолі). В газовій фракції диму міститься, крім азоту (59 %), кисню (13,4 %), ще й карбон(IV) оксид (13,6 %), карбон(II) оксид (4 %), водяна пара (1,2 %), ціаністий водень (0,1 %), оксиди азоту, акролеїн та інші речовини. Аерозольна фракція диму включає воду (1,4 %), гліцерин та спирти (0,1 %), альдегіди і кетони (0,1 %), вуглеводні (0,1 %), феноли (0,003 %), нікотин (0,002 %) та ін.

Шкідливі речовини, що містяться в тютюновому димі й впливають на організм, об'єднані в 4 групи: 1) канцерогенні речовини; 2) подразнюючі речовини; 3) отруйні гази; 4) отруйні алкалоїди.

Канцерогенні речовини: ароматичні вуглеводні, бензпірен, феноли, органічні сполуки (нітрозамін, гідразин, вінілхлорид, толуїдин та ін.), неорганічні сполуки Арсену та Кадмію, радіоактивні Полоній, Станум та Вісмут.

Подразнюючі речовини: ненасичений альдегід – пропеналь (акролеїн), карбон(II) оксид. Отруйні гази: карбон(II) оксид, сірководень, ціаністий водень та ін. Отруйні алкалоїди: всього 12 (нікотин, норнікотин, нікотирин, нікотеїн, нікотимін та ін.).

### **Наркотичні речовини і наркоманія**

Багато лікарських засобів, які застосовуються в офіційній медицині (в основному снодійні, заспокійливі і знеболюючі), можуть викликати важкі форми наркотичної залежності, що є серйозною проблемою їх застосування.

Поняття «наркотик» в хімії не існує: ні такого класу сполук, ні функціональної групи, щоб їх визначала. Це соціальне явище, яке виникло через нецільове використання хімічних речовин певного впливу на організм людини.



Мал. 89. Рослина  
**Cannabis (конопля)**

може служити сировиною для виробництва паперу, тканин, палива та ще десятків корисних речей, але практично не використовується, щоб запобігти поширенню наркоманії



Мал. 90. Заохочувальний знак за досягнення у одній з провідних галузей сільського господарства 30-х років XX століття

Наркотичним засобом (наркотиком) називають речовини, що відповідають трьом критеріям:

- Медичний критерій - речовина, лікарський засіб, що надає виключно специфічну (стимулюючу, седативну, галюциногенну та ін.) дію на центральну нервову систему, що є причиною його не медичного споживання.
- Соціальний критерій - немедичне вживання даної речовини приймає великі масштаби і шкода, що наноситься, набуває соціальну значимість.
- Юридичний критерій - засіб офіційно визнаний наркотичним і включений до переліку наркотичних речовин.

Речовини з наркотичною дією класифікують за дією на організм та походженням.

Їх поділяють на такі групи:

- Опіати – продукти опійного маку та синтетичні наркотичні речовини (героїн, метадон, кодеїн, морфін, промедол, фентаніл).
- Психостимулятори – похідні фенілалкіламіну і кокаїну (кокаїн, ефедрон, амфетамін, метамфетамін, "екстазі").
- Каннабіоїди – препарати коноплі (мал. 89) (гашиш, марихуана, анаша, "план").
- Галюциногени - препарати, що викликають галюцинації, ілюзії і маячню (ЛСД, (діетиламін лізергінової кислоти), РСР (фенциклідин), псилоцибін, мескалін).
- Снотворно-седативні (депресанти) – лікарські препарати, що впливають на центральну нервову систему (барбітурати, транквілізатори).
- Летючі наркотично діючі речовини – різного роду інгалянти і газу.

Наркоманія – важка форма залежності від вживання наркотичних речовин, що підкріплюється абстинентним синдромом. Суттєвими ознаками наркоманії є також непереборна тяга до прийому наркотичних речовин і тенденція до підвищення її кількості. При частому вживанні наркотичної речови-

ни організм починає до неї адаптуватися і для того, щоб відчутти наркотичну дію, людина потребує збільшення кількості речовини. Кількість речовини збільшується до летальної дози, або до відмови органів. З іншого боку діє абстинентний синдром (синдром відміни, «ломка») – стрес, пов'язаний із завершенням наркотичної дії речовини, що супроводжується психічними та фізичними стражданнями, важкість яких залежить від стадії хвороби.

За даними Управління ООН з питань наркотиків і злочинності (ЮНОДК), оприлюднених у висновках «Всесвітньої доповіді про наркотики» (2010), у 2008 році у світі принаймні один раз вживали заборонені речовини від 155 до 255 млн. людей, що складає 3,5-5,7 % населення Землі віком від 15 до 64 років. Зараз наркоманія стає національною проблемою. За офіційними даними, в Україні 147 тис. людей стоїть на обліку у наркологічних диспансерах. А за даними преси, кількість людей, що систематично вживають наркотичні речовини, щонайменш у 10 разів більше і складає 1,5 млн. (більше 3% всього населення країни) і їх кількість збільшується щороку на 5-10%.



### Теоретичне занурення

- Шведський хімік Еріх М. Відмарк у роботі «Теоретичні основи та практичне використання судово-медичного вмісту алкоголю» (1932) заклав основи числового визначення стану алкогольного сп'яніння, якими користуються й досі. Формула Відмарка дозволяє теоретично розрахувати максимальний відсотковий вміст чистого етанолу у крові людини, або навпаки, за проведеннями аналізами встановити кількість вжитих спиртових напоїв.

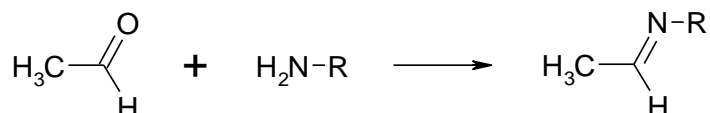
$$C = \frac{A}{m \cdot r}$$

Кількість алкоголю у крові прийнято визнати у проміле (‰). Для розрахунку максимального вмісту алкоголю ( $C, ‰$ ) у формулу Відмарка треба підставити дані про масу випитого чистого алкоголю ( $A, г$ ), масу тіла людини ( $m, кг$ ), та коефіцієнт розподілу Відмарка ( $r$ ). Останній показує приблизний відсоток лікворів (рідин) в організмі людини (для чоловіків він дорівнює 0,7, для жінок 0,6). Кількість етанолу, що входить до спиртового напою позначається об'ємними відсотками (% об.). Отже, якщо, наприклад, 500 мл напою містить 5 % об. алкоголю, це дорівнює 25 мл етанолу. Для розрахунку маси етанолу ( $A$ ) об'єм помножують на його щільність ( $0,78 г/см^3$ ), отримують 19,5 г.

Слід зауважити, що такий розрахунок є приблизним, бо не враховує багатьох факторів: нерівномірність розподілу алкоголю в організмі, індивідуальні особливості обміну речовин і стану організму і т.д. Тому фактично визначена концентрація алкоголю у крові зазвичай на 10-30% нижча за розраховану. Серед-

ня швидкість виходу алкоголю з крові складає приблизно 0,15 ‰ на годину. Таким чином, знаючи максимальну концентрацію алкоголю у крові, можна розрахувати приблизний час його повного виведення з організму.

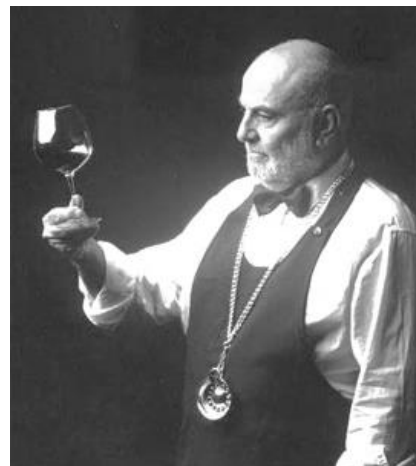
- Альдегіди - один з класів органічних сполук, якому притаманна висока реакційна активність. Для альдегідної (формільної) функціональної групи характерні реакції приєднання. Це пов'язано, з одного боку, з перерозподілом електронної густини між атомами Карбону і Оксигену, внаслідок чого атом Карбону набуває частковий позитивний, а Оксиген – частковий негативний заряди. З іншого боку, структура формільної групи (атоми лежать у одній площині) робить атом Карбону легкодоступним для контакту з реакційноздатними частинками і молекулами. Серед властивостей альдегідної групи слід відмітити здатність приєднувати спирти (дивись утворення циклічних форм глюкози) та первинні аміни (у тому числі і амінокислоти). В результаті останньої реакції утворюються сполуки, що належать до класу іміди, їх також називають *основами Шиффа*. Ця реакція лежить у основі одного з проявів токсичної дії алкоголю:



### Цікаві подробиці

- Всередині XIX століття Російська імперія розпочала виготовлення «казеного вина» змішуванням ректифікаційного етанолу, що отримували з пшениці, жита, картоплі. Але такий спирт містив велику кількість домішок альдегідів, естерів, сивушних олій. У 90-х роках XIX століття була створена комісія, яка розробила технологію отримання «гігієнічно чистого» вина. До складу цієї комісії входив і видатний хімік М.Г.Кучеров, відомий відкриттям реакції гідратації ацетиленових вуглеводнів (реакція Кучерова).
- Назва речовини *нікотин* походить від латинської назви тютюну (*Nicotiana tabacum*), яку, у свою чергу, названо на честь Жана Ніко, посла Франції при португальському дворі. Він у 1560 році відправив трохи тютюну королеві Катерині Медичі, відрекомендувавши його як засіб від мігрені.
- Автором першого рецепту напою Coca-Cola був фармацевт Джон Пембертон. Свою назву напій отримав завдяки складовим компонентам, що вилучалися з листя рослини *Coca* і горіхів тропічного дерева *Cola*. Понад 17 років (з моменту створення у 1886 році і до 1903 року) до складу напою входив кокаїн, який на той час вважався лікарським препаратом. Через деякий час до напою замість кокаїну стали додавати кофеїн.

- Професія сомельє (від франц. *sommelier*) давно відома відвідувачам ресторанів Франції і Італії. З часом традиція користуватися порадами професійного виночерпця розповсюдилась країнами Старого і Нового Світу. Сомельє не тільки рекомендує, яке вино найкраще підкреслить смакові якості страви, але й відслідковує його придбання і правильне зберігання. Для людини цієї професії необхідне досконале знання технологічних процесів від висадки лози у ґрунт до моменту розлиття вина по келихах. Професіонали вищого класу можуть, навіть, за зовнішніми ознаками вина (кольором, в'язкістю, ароматичним букетом та ін.) визначити його виробника.



Мал. 91 Сомельє перевіряє якість вина

- Перші екземпляри конституції Сполучених Штатів були надруковані на папері з коноплі, але у 30-х роках ХХ століття через поширення наркоманії промислове виробництво коноплі було заборонено. А у той же самий час у Радянському Союзі промислове виробництво коноплі тільки набирало обертів. Поширення цієї культури ілюструє вираз «плоскона правда» (плоскінь – назва чоловічої особи дводомної коноплі), а значення підтверджується присутністю конопляного листа серед снопів пшениці у центральній скульптурній групі фонтану Дружби народів у Москві (мал. 92).



Мал. 92. Фонтан Дружби народів. ВВЦ м. Москва



### **Питання для обговорення**

- ❖ Шкідливі і корисні звички як біологічне явище.
- ❖ Слабоалкогольні напої: мала чи велика шкода?
- ❖ Пивний алкоголізм як явище.
- ❖ Безалкогольні «енергетичні» напої та виснаження організму; результат їх змішування з алкоголем.
- ❖ Речовини з наркотичною дією та їх значення для людини.
- ❖ Наркоманія: що втрачає і набуває людина.



### **Завдання**

42. Розрахуйте масу чистого етанолу у 150 мл сухого вина міцністю 12 % об.
43. Поясніть вислів Гіппократа: «У ложці – ліки, у чашці - отрута».



## 15. Органічні сполуки в побуті

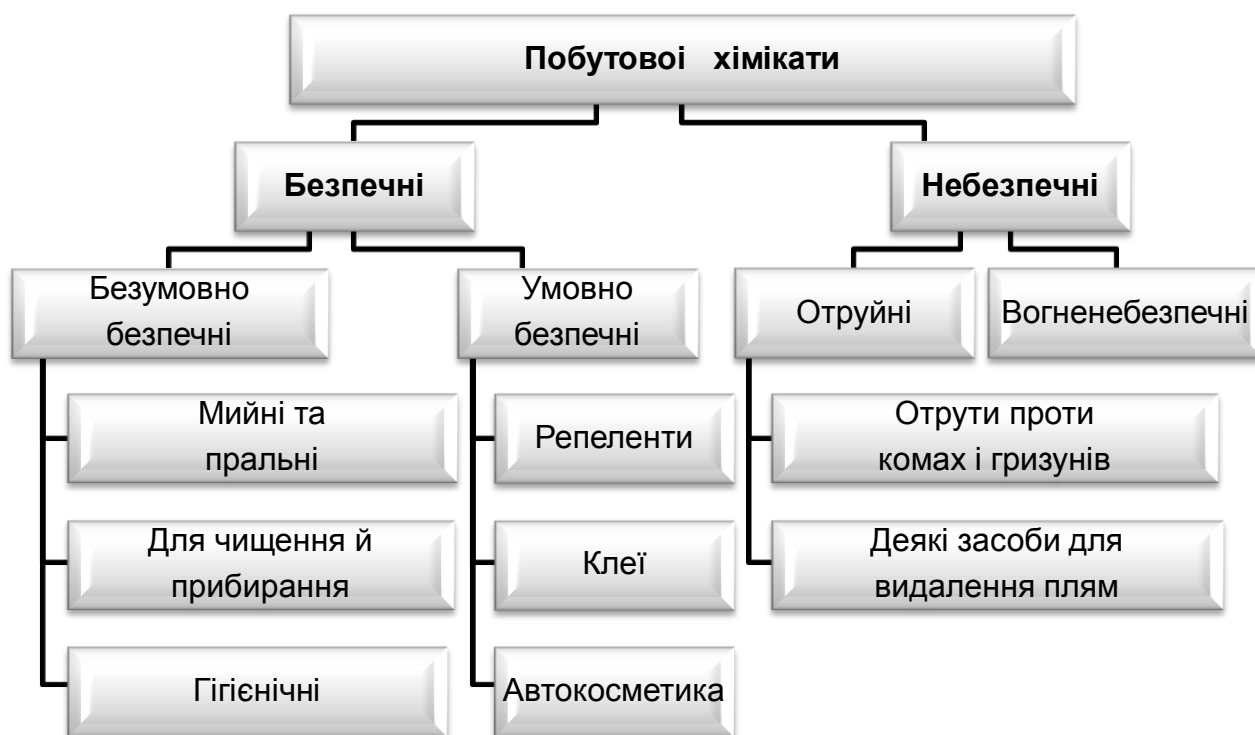
### Поняття про побутові хімікати. Загальні правила поведження з побутовими хімікатами

**Побутові хімікати та класифікація її засобів.** *Побутові хімікати* - хімічні вироби для домашнього вжитку, що їх випускають галузі хімічної та інших видів промисловості. Щорічно у світі виробляють приблизно 50 млн тонн засобів для непромислового використання. Рік від року їхня кількість та асортимент збільшуються.

Найбільш поширеною є класифікація товарів так званої «побутової хімії» за призначенням. Серед них виділяють такі основні групи: клеї, абразивні матеріали, засоби для прання і миття, засоби для чищення, лаки і фарби, засоби догляду за житлом, предметами побуту, садом і городом та ін. Існує також класифікація засобів побутової хімії за ступенем безпеки (схема 5).

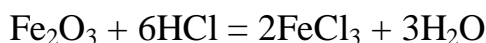
Схема 5

Класифікація побутових хімікатів за ступенем безпеки



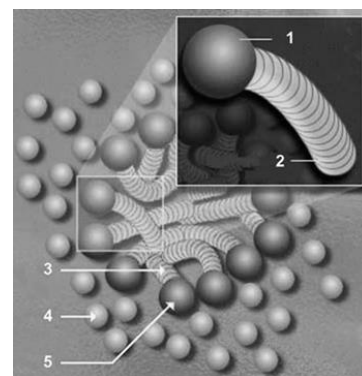
**Загальний принцип будови засобів побутової хімії.** До складу кожного з них входять діюча (активна) речовина (одна або декілька), на хімічних властивостях якої, ґрунтується дія засобу в цілому, та різноманітні добавки й допоміжні компоненти (барвники, ароматизатори, зм'якшувачі тощо), а також розчинник, якщо засіб рідкий. Наприклад, мийні засоби можуть містити

речовини двох типів, що різняться між собою за механізмом їх дії. До першого типу належать такі, в яких, діюча речовина реагує із забрудненням, утворюючи розчинні у воді сполук. Так, рідкі мийні засоби для кахлів, ванн тощо, містять як діючу речовину кислоту (частіше хлоридну) або луг (KOH або NaOH):



Це пояснюється здатністю кислоти активно реагувати з вапняним каменем та іржею, а лугу – розчиняти жири. До цієї групи також належать речовини-окисники, здатні за певних умов (освітлення, контакт з вологою, нагрівання) виділяти хлор або кисень, які, у свою чергу, вступають у хімічну взаємодію з брудом.

До другого типу належать такі, в яких діючою речовиною є поверхнево активні речовини (ПАР). Молекули ПАР, як правило, біполярні: мають гідрофільний (водорозчинний) та гідрофобний (жиророзчинний) фрагменти. При взаємодії із забрудненням молекули ПАР орієнтуються в просторі так, що їх гідрофобні фрагменти занурюються в шар бруду (жиру), а гідрофільні напрямлені назовні. Утворені таким чином частинки називають міцелами (мал. 93). Вони представляють собою водорозчинний “контейнер”, заповнений нерозчинним у воді вмістом (брудом, жиром).



Мал. 93. Механізм утворення міцел:

- 1 – гідрофільна «головка» молекули ПАР;
- 2 – гідрофобний «хвіст» молекули ПАР;
- 3 – гідрофобний контейнер міцели;
- 4 – молекули води;
- 5 – гідрофільна поверхня міцели.

Добавки до мийних засобів частіше виконують косметичну функцію. Так, діючою речовиною в пральних порошках є ПАР, на частку якого припадають приблизно 15 – 40 % всієї маси, а решта – це солі, що зм'якшують воду. Насичений запах ароматизатору – складової засобу побутової хімії – може свідчити про те, що активна (діюча) речовина має неприємний запах. Ароматизатори лише маскують запахи, але не позбавляють засоби від них. З метою застереження від небажаного впливу пари речовини на дихальні шляхи, треба знати хімічний склад засобу і вживати запобіжних заходів.

**Мило** — поверхнево-активна речовина, що використовується як мийний засіб. З хімічного погляду основним компонентом твердого мила є суміш солей жирних карбонових кислот. Зазвичай це натрієві, рідше – калієві й амонієві солі таких кислот, як стеаринова, пальмітинова, міристинова, лауринова та олеїнова.

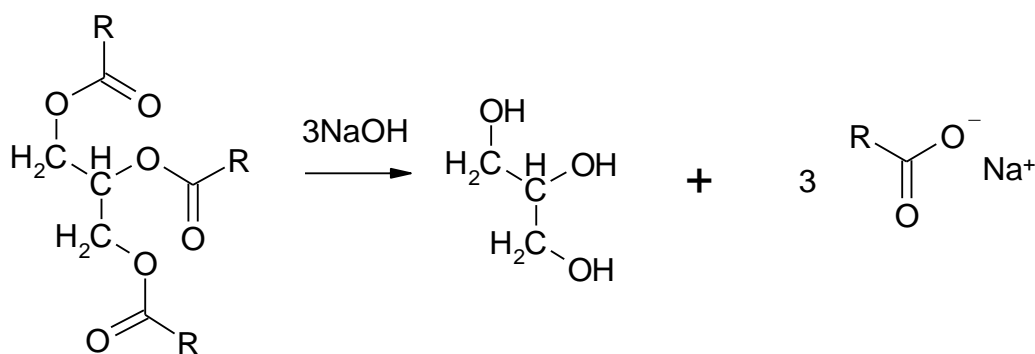


Мал. 94. Господарське  
мило виготовляється  
різного відсотку жирності

Один з варіантів хімічного складу твердого мила може бути таким:  $C_{17}H_{35}COONa$  (натрій стеарат), рідкого –  $C_{17}H_{35}COOK$ . До складу мила можуть входити й інші речовини, що чинять мийну дію, а також ароматизатори та барвники.

Частинки мила, обволікаючи частинки бруду, утворюють з ними суспензії і перешкоджають їх повторному осадженню на поверхні тканини. Тому їх можна легко видалити водою.

Мило виготовляють кип'ятінням у воді жирів разом з такими лугами, як натрій гідроксид (каустична сода) і калій гідроксид. Жири виділяють з продуктів рослинного (бавовняна, пальмова або соєва олії), також тваринного походження, наприклад зі свинячого сала або риб'ячого жиру. Під час кип'ятіння жирів разом з лугами утворюються гліцерин і солі жирних кислот, тобто мило:



Натрієві мила густіші і, як правило, тверді; калійні мила м'якіші або рідкі. Подальший етап виготовлення включає очищення мила від залишку солей типу натрій хлориду і лугів типу натрій гідроксиду.



### Цікаві подробиці

#### • Технологія кустарного виготовлення мила

Останнім часом поширюється кустарне миловаріння (мал. 95), бо штучно виготовлене мило має свої безумовні переваги. Так, точно відомо, які основні і додаткові компоненти використано. Ці компоненти можна змінювати добиваючись необхідного естетичного і, навіть, лікувального ефекту. З'являється можливість використати натуральні речовини замість синтетичних, бо штучне мило не призначене до тривалого зберігання. Крім того, виготовлений власноруч продукт – є унікальним проявом творчості як за змістом так і за формою.

Існує три основних засоби виготовлення мила у домашніх умовах. Для першого засобу у якості сировини використовується мило з мінімальним вмістом добавок (частіше, це дитяче мило). Його подрібнюють і переплавляють, додаючи мінімальну кількість масел для зміни властивостей, кольору запаху, форми тощо. У якості сировини для другого засобу використовують *мильну основу* – компонент для промислового миловаріння з мінімальною кількістю стабілізаторів, яку купують у спеціальних магазинах. Третій засіб полягає у виготовленні мила шляхом гідролізу жирів водним розчином лугу – аналогічним чином його одержують на виробництві.

Розглянемо загальні принципи технології виготовлення мила гідролізом жирів в домашніх умовах. Звертаємо увагу, що наведений опис – лише загальні принципи роботи. Якщо виникне бажання відтворити їх, то необхідно звернутись до видавничих джерел або Інтернет форумів, що присвячені домашньому виготовленню мила, і використати готові методики із зазначенням кількостей речовин.

Опис вихідних речовин та правила безпечної роботи з ними.

1. Луг – гідроксид натрію їдка речовина. Придбати її можна придбати через Інтернет або в магазинах господарчих товарів. Луг повинний бути марки ЧДА (чистий для аналізу). Його необхідно зберігати далеко від вологи, в закупореному контейнері, бо луг вбирає вологу з повітря і доки не перетвориться на розчин. Також треба пам'ятати, що твердий луг та його концентрований розчин дуже небезпечні. Треба уникати їх контакту з незахищеною шкірою, не вдихати їх пару, особливо уважно захищати очі (використовуйте окуляри). Пам'ятайте – опіки лугом загоюються дуже складно! Приготуйте слабкий розчин оцту (на півлітра кип'яченої води 2 чайні ложки оцту). Цей розчин використовують для змивання лугу, що випадково потрапив на шкіру, а також для вологого прибирання після завершення роботи.
2. Рослинні або тваринні жири за вибором. Можна використовувати різноманітні олії: оливкову, кукурудзяну, соняшникову, кокосове або пальмове масло. Іноді до рослинних олій додають віск (до 15%), щоб мило було більш твердим. З тваринних жирів беруть частіше яловичий, свинячий, гусячий, курячий або борсуковий.



Мал. 95. Мило кустарного виробництва

3. Вода питна, дистильована, відвари трав, молоко, соки тощо – використовуються у якості розчинників.
4. Натуральні барвники - глини, хна, трави, кава, какао, індиго та ін. Так саме можна додати милу властивості скрабу, у чому теж допоможуть трави, косметична глина або подрібнена сіль та інші натуральні інгредієнти.
5. Ефірні олії додають по краплям для ароматизації мила та для надання йому лікувальних властивостей.
6. Вітаміни. Частіш за все використовується жиророзчинний вітамін Е, який живить шкіру і є антиоксидантом.

Процес виготовлення. Приготування мила проводять двома шляхами: гарячим і холодним. При гарячому засобі луг кип'ятять з олією, додають надлишок жирів, щоб пом'якшити дію мила на шкіру, а наприкінці – додатки (ефірні олії та ін.). Мило розливають по формам і залишають для затвердіння.



Мал. 96. Урок письма у шумерській школі

Холодний засіб проводиться без кип'ятіння, але тоді милу дають «визріти» протягом 6 - 8 тижнів. Час потрібен для остаточного завершення процесу гідролізу жирів.

- Мило виготовлялося ще в стародавньому Шумері в Вавилоні (бл. 2800 р. до н. е.). Глиняні таблички з описами технологій виготовлення мила знайдено в Месопотамії, вони датуються приблизно 2200 р. до н. е. (мал. 96). Єгипетський папірус середини II тисячоліття до н. е. засвідчує, що єгиптяни регулярно користувалися милом. Подібні мийні засоби були відомі й у Стародавньому Римі.
- За легендою латинське слово *sapo* (мило) походить від назви гори Сапо в Стародавньому Римі, де відбувалися жертвоприношення богам. Тваринний жир, що виділявся під час спалювання жертви, накопичувався і змішувався з деревною золою багаття. Ця маса змивалася дощем і потрапляла в глинистий ґрунт берегів Тибру, де жителі прали білизну. Спостережливі люди помітили, що завдяки цій суміші прання ставало ефективнішим.

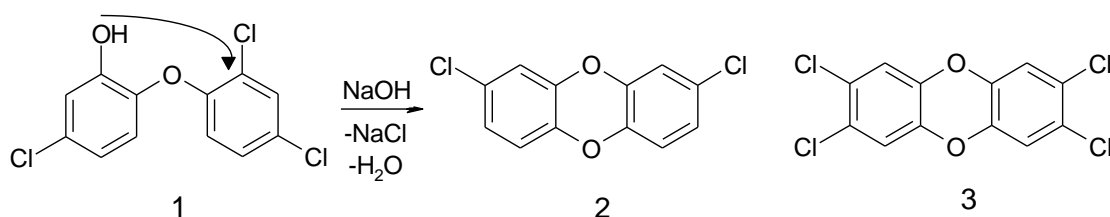


### **Завдання**

44. Скільки натрій гідроксиду знадобиться для повного гідролізу 1 кг тристеарату гліцерину?
45. Чи є мило поверхнево-активною речовиною? Дайте обґрунтовану відповідь.

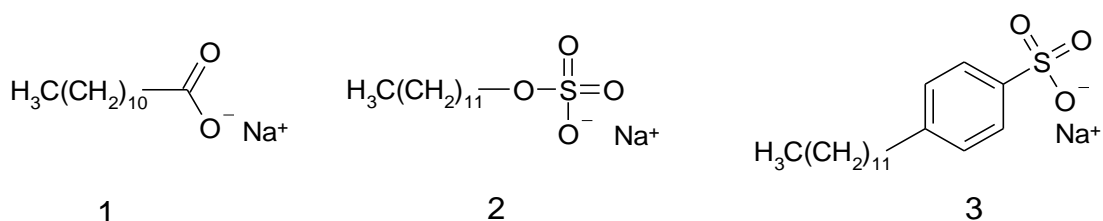
## Діючі речовини засобів побутової хімії

**Триклозан.** Синтетична речовина (отримана у 1965 році в Швейцарії) з добре вираженими антимікробними властивостями. В цій якості вона використовувалась як компонент прального порошку, а з 1985 року входить до складу більше ніж 700 косметичних та гігієнічних засобів, у тому числі мила, зубної пасти, кремів, лосьйонів. Механізм антимікробної дії триклозану полягає у подавленні біосинтезу ліпідів (позбавляє мікробів можливості розмножуватися) і до останнього часу вважався неспецифічним. Але все частіше вченими висловлюється думка про поширення резистентності до цієї речовини (виникнення внаслідок мутацій у бактерій "імунітету" до триклозану). Крім того, молекула триклозану має очевидну спорідненість з молекулою діоксину:



Триклозан (1) у лужному середовищі, яке може дати і мило, і пральний порошок, перетворюється у сполуку (2), яка від діоксину (3) відрізняється лише атомами хлору, кількість яких суттєво не впливає на токсичність. Останній в свою чергу, потрапивши через шкіру не розкладається з часом, а накопичується в організмі. Діоксин описаний в хімічній літературі як надзвичайно отруйна речовина.

**Аніонні ПАР** (А-ПАР, аніоноактивні ПАР). Одна з чотирьох груп ПАР (ще бувають катіоноактивні, неіоногенні та амфотерні), найбільш сильна з точки зору миючої дії. А-ПАР утворюють велику кількість стійкої піни (до речі, за цією ознакою можна приблизно визначити їх кількість у миючому засобі). Вони є діючою речовиною переважної більшості миючих та гігієнічних засобів (рідкі засоби для миття підлоги і посуду, пральні порошки, шампуні і зубні пасти та ін.) (мал. 97). Завдяки низькій собівартості, частіше за інших в якості аніонних ПАР використовують похідні лауринової кислоти, яку добувають з кокосового масла. До найбільш поширених компонентів побутової хімії з групи А-ПАР належать: натрієва сіль самої лауринової кислоти (1), натрію лаурилсульфат (Sodium Lauryl Sulfate (SLS), або Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) (2) та натрію лаурилбензенсульфат (3):





Мал.97. ПАР входять до складу шампунів, зубних паст, пральних порошоків, засобів для миття посуду

Проблема полягає у тому, що більшість А-ПАР, що зараз входять до складу засобів побутової хімії, розроблялись і призначались для використання у промисловості (для знежирення поверхонь або відмивання підлоги від мастил). Вони мають гарні показники з точки зору миючої дії, але не відповідають рівню безпечності з боку побутового використання і екологічних норм. Особливо небезпечне надмірне використання А-ПАР. Так, поширюються дані, що миючі засоби, що містять більше 5 % А-ПАР не змиваються з поверхонь навіть при 10-и кратному відмиванні гарячою (~60°C) водою і 20-и кратному змиванні холодною. Залишаючись на посуді, випраному одязі, вимитому шампунем волоссі. Крім того, А-ПАР здатні взаємодіяти з іншими небезпечними речовинами (наприклад, з *фосфатами*, які входять до складу прального порошку), утворюючи канцерогени, або підвищувати здатність до проникання через шкіру інших сполук. Серед факторів негативної дії SLS та його аналогу SLES різні джерела інформації відмічають: здатність накопичуватись в очах (змінюють білковий склад, викликають катаракту), мозку (затримують розвиток у дітей), серці, печінці, легенях. При дії на

поверхні шкіри можуть викликати подразнення, появу лупи, випадіння волосся. Хімічний каталог характеризує SLS як IRRITANT (подразник), а лаурилбензенсульфат натрію як TOXIC (отруйний) IRRITANT. Водні розчини ПАР разом зі стічними водами потрапляють до водойм. Очищенню стічних вод від ПАР приділяється велике значення, бо останні мають низьку швидкість розкладення, а результати їх впливу на природу і живі організми важко передбачити. Стічні води, що містять продукти гідролізу поліфосфатних ПАР, можуть викликати інтенсивний ріст рослин, що призводить до забруднення чистих водойм продуктами гниття, зменшення вмісту кисню у воді, що погіршує умови для існування інших форм життя. Серед цікавих шляхів очистки водойм слід відзначити метод біологічного окислення під впливом гетеротрофних бактерій (переважно роду *Pseudomonas* – складової частини активного мула), який відбувається у природному середовищі. Але до такого біорозкладення різною мірою здатні лише так звані "м'які" ПАР. "Жорсткі" ПАР (деякі алкилбензолсульфонати та оксиетильовані ізооктилфеноли) останнім часом практично не виробляються.

**Вибір засобу побутової хімії** починається з огляду етикетки, а саме перевірки наявності необхідної інформації, що свідчить про його легальне походження.

На етикетці мають бути:

- назва хімічного засобу;
- інформація про призначення хімічного засобу;
- правила його використання;
- застереження про небезпеку при використанні;
- склад (назва речовин або груп речовин з відсотковим умістом тих, що загалом становлять переважну частину його маси);
- відомості про виробника (назва підприємства, адреса);
- штрих-код товару (частіше 13-цифровий; деякі товари невеликого розміру мають 8-цифровий код).

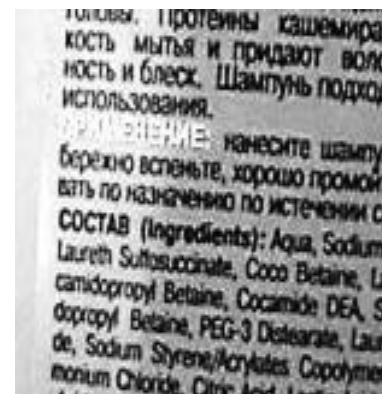
Наступний етап – вивчення речовинного складу. Бажано обирати засіб, уникаючи потенційно небезпечних компонентів у його складі: фосфатів, натрій лаурилсульфатів (SLS), триклозану, фенолу та крезолів, нітробензену, а також речовин, за допомогою яких вивільнюється хлор і засобів, в яких вміст А-ПАР перевищує 3 – 5 %, Треба відмітити, що це буде не легко (мал. 98).

Третій етап аналізу етикетки – це пошук протиріч у інформації. Наприклад, на засобі для миття посуду, у переліку компонентів якого немає нічого надзвичайного, після правил використання написано застереження: “Уникати тривалого контакту зі шкірою”. Це означає, що даний мийний засіб містить А-ПАР близько 15 % і він може негативно вплинути на шкіру рук. Виробники зобов’язані попереджати споживачів про можливу загрозу.

Можна проаналізувати штрих код на відповідність.

Інформація на штрих-коді означає:

- перші дві (три) цифри – код країни виробника, продавця товару;
- наступні п’ять (чотири) цифр – код підприємства-виробника;
- наступні п’ять цифр – найменування товару та його характеристики;
- Остання цифра – контрольна для перевірки відповідності.



Мал.98. Виробники цього шампуню не вказали вміст компонентів у його складі – це відверте порушення. До того ж назви вказано іноземною мовою без перекладу.



Алгоритм аналізу відповідності штрих-коду (на прикладі рідкого мила ISANA, виробленого у Німеччині) 4305615051437:

1. Скласти цифри, що стоять на парних місцях, і результат помножити на 3:  
 $(3 + 5 + 1 + 0 + 1 + 3) \cdot 3 = 39$ .
2. Скласти цифри, що стоять на непарних місцях (не враховуючи контрольну):  
 $4 + 0 + 6 + 5 + 5 + 4 = 24$ .
3. Скласти суми, перших двох пунктів (1 і 2) і відкинути десятки:  
 $39 + 24 = 63$ ;  $63 - 60 = 3$ .
4. Відняти отриману цифру від 10 і порівняти з контрольною:  $10 - 3 = 7$ .  
 Отримана цифра збігається з контрольною. Висновок: штрих-код відповідає товару.

Намагайтеся також уникати засобів побутової хімії з такими позначками:



**Подразнювальний** (позначка на оранжевому фоні)

Мийні засоби містять речовини, що подразнюють шкіру й слизові оболонки. Не допускати потрапляння в очі. Після використання ретельно вимити руки. Не вдихати пару. Бажано працювати в гумових рукавичках, окулярах і респіраторі.



**Шкідливий** (позначка на жовтому фоні)

Побутові хімікати містять хоча б один токсичний компонент. Треба уникати потрапляння в очі та вдихання пари. Бажано працювати у гумових рукавичках (не спричиняючи подразнення речовина може крізь шкіру потрапити в кров) і захисних окулярах.



**Небезпечний для довкілля** (позначка на жовтому фоні)

Попереджає про небезпечні наслідки використання хімічного засобу для навколишнього середовища.

## Загальні правила безпеки під час зберігання та використання побутових хімічних препаратів

1. Усі препарати слід використовувати тільки за прямим призначенням, строго додержуючись інструкції.
2. Використовувати можна тільки ті препарати, що придбано в магазині. На засобах має бути етикетка на якій указано склад, правила використання та застереження. Перш ніж придбати засіб уважно прочитайте інформацію на етикетці. Якщо виникають складності з вивченням етикетки, щось незрозуміло зверніться до консультантів відділу.
3. Всі засоби побутової хімії (навіть пральний порошок або соду) треба зберігати у недоступних для дітей місцях та обов'язково окремо від продуктів харчування.

- Засоби в аерозольній упаковці, а також ті, що містять легкозаймисті рідини, зберігати у темному прохолодному місці, подалі від мереж електропостачання.
4. Перед початком роботи перегляньте склад хімічного засобу, спосіб використання та запобіжні дії безпеки.
  5. Перед початком роботи ізолюйте дітей від будь-якого контакту з хімічними засобами.
  6. При роботі з пожежонебезпечними засобами заборонено користуватися газовими пальниками, сірниками, електронагрівальними приладами, курити. Працювати треба в приміщеннях з гарною вентиляцією.
  7. Хімічні речовини не можна нагрівати (особливо герметично упаковані та аерозольні балончики). Винятком можуть бути випадки, коли цього вимагає інструкція з використання. Але навіть тоді для нагрівання не можна використовувати відкрите полум'я, краще це робити на водяній бані або в гарячому піску. У разі займання ємності з хімічною речовиною треба негайно накрити її щільною тканиною, а після припинення горіння винести з приміщення.
  8. Після закінчення роботи із засобом побутової хімії обов'язково слід провітрити приміщення.
  9. Працюючи з речовинами, що містять агресивні речовини (кислоти, луги тощо) навіть у невеликих концентраціях, треба користуватися гумовим рукавичками й окулярами.
  10. Хімічні засоби не бажано переливати (пересипати) в інші ємності. Не можна використовувати порожні ємності від хімікатів для зберігання продуктів харчування, навіть, якщо вони добре вимиті.
  11. Не можна низько нахилятися над відкритими ємностями з побутовими хімікатами.
  12. Нюхаючи речовину не можна підносити отвір ємності до обличчя. Тримайте відкритий посуд з реактивом перед собою трохи нижче рівня підборіддя на відстані 40 – 45 см, направляйте до себе його пару легкими рухами вільної руки.
  13. Під час обробки житлових приміщень отруйними речовинами необхідно попередньо обов'язково винести харчові продукти, ізолювати домашніх тварин, птиць та акваріуми. Перед початком роботи надіти гумові рукавички, окуляри, респіратор. Закінчивши обробку приміщення залишити на декілька годин, зачинивши вікна і двері. Після цього приміщення треба спочатку добре провітрити, а потім вимити всі поверхні мийним засобом.
  14. Ніколи не працюйте з особливо небезпечними речовинами та отрутохімікатами наодинці! Пам'ятайте, що присутність поруч людини, яка може надати вам першу допомогу і викликати лікаря, може врятувати вам здоров'я і життя.
  15. У випадках ураження хімічними речовинами треба негайно припинити роботу, надати першу допомогу, у складних випадках (важке респіраторне отруєння, потрапляння речовини в очі тощо.) негайно звернутися до лікаря.



### Цікаві подробиці

- За даними «Союзу з охорони природи і довкілля» (Німеччина) у крові кожної людини, що нині живе в Європі, міститься близько 300 хімічних речовин, які тим чи іншим чином пов'язані з хімічною промисловістю. Серед них є й такі, що їх понад 30 років тому знято з виробництва або такі, що вже давно не використовуються.



Мал. 99. *Saponaria officinalis*  
(Мильнянка лікарська)

- Витяг із довідника лікарських рослин. «*Saponaria officinalis* – мильнянка лікарська (народні назви: чистуха, татарське мило, мильна трава) (мал. 94). Поширена в південній Європейській частині Росії, Україні, на Кавказі, півдні Західного Сибіру, Казахстані, Середній Азії. Отруйна, особливо підземна частина. У побуті відваром кореневищ виводять плями на одязі, в ньому перуть шерстяні й тонкі шовкові вироби. У текстильній промисловості її застосовують для фарбування шовку і вовни, у парфумерній – для виробництва шампунів.

На Кавказі цією рослиною користуються для знежирення пряжі під час фарбування вовни та шовку. «Мильна» (сапонінова) емульсія використовується як засіб для дезактивації поверхонь, забруднених хімічними сполуками».



### Питання для обговорення

- ❖ Класифікація побутових хімікатів.
- ❖ Діюча й допоміжні речовини в засобах побутової хімії.
- ❖ Небезпека *безпечних засобів побутової хімії*.
- ❖ Вибір засобу побутової хімії для домашнього використання.
- ❖ Правила зберігання та використання засобів побутової хімії.



### Завдання

46. Чи можна вважати вдалим вибір засобу для миття посуду, що містить SLS у кількості 15 %? Дайте обґрунтовану відповідь.
47. Знайдіть в Інтернеті інформацію про речовини, якими можна замінити традиційні засоби побутової хімії.

## **Лабораторна робота 8.** Ознайомлення зі змістом інструкцій до товарів побутової хімії



Мета: Проаналізувати... (завершіть формулювання мети роботи, зазначивши назви обраних для дослідження об'єктів побутової хімії).

Матеріали та обладнання: етикетки від засобів побутової хімії (засіб для миття посуду, рідке мило, освіжувач повітря, пральний порошок, зубна паста тощо); збільшувальне скло; таблиця деякі потенційно небезпечні компоненти засобів побутової хімії (додаток 3).

### Дослід 1. Аналіз якості оформлення етикетки.

Перевірте наявність обов'язкової інформації на етикетках засобів побутової хімії та якість її оформлення за такими позиціями:

- а) якість друку (розмір і чіткість шрифту, тло, мова; якість перекладу);
- б) правила використання;
- в) застереження про особливі умови використання й зберігання;
- г) якісний склад (назви речовин; наявність замість назв речовин загальних слів: «барвник», «наповнювач», «діюча речовина» тощо) і кількісний склад;
- д) наявність протиріч у інструкції (наприклад, засіб для миття посуду: уникати тривалого контакту зі шкірою рук).

### Дослід 2. Перевірка штрих-коду на достовірність.

Перевірте штрих-код за схемою, наведеною на с. 136.

Зробіть висновок про достовірність етикетки.

### Дослід 3. Аналіз складу побутових хімікатів на наявність потенційно небезпечних речовин.

- а) Користуючись додатком 2 (сторінка 158), проаналізуйте склад запропонованого засобу побутової хімії. Зверніть увагу на кількість А-ПАР (особливо у засобах для миття посуду), їх має бути не більш ніж 3 – 5 %.
- б) Визначте можливу загрозу і складіть власні правила безпечного використання запропонованого засобу побутової хімії. Порівняйте складені вами правила з правилами на етикетці.

Висновки: (запишіть висновки щодо відповідності етикеток на засобах побутової хімії вимогам за визначеними в досліді позиціями).

## Допоміжні речовини в засобах побутової хімії. Безпека людини й екологічна безпека

Для підсилення дії побутових мийних засобів їх постійно вдосконалюють, додаючи нові компоненти і допоміжні речовини. Стимулами для цього є:

- поява нових побутових приладів (пральні, посудомийні машини та інші побутові прилади, що потребують речовин з певними характеристиками);
- підвищення вимог до екологічної безпеки;
- конкуренція з фірмами-виробниками.

Зазначимо, що нерідко кожен з цих чинників має негативні, з погляду безпеки, побічні ефекти. Так, реактиви, що їх розроблено для нових побутових приладів, містять добавки для зменшення піноутворення (пральні машини); закріплювальні засоби у таблетках (посудомийні машини), що в цілому збільшує кількість потенційно небезпечних речовин, що зберігаються вдома.

Підвищення вимог до екологічної безпеки, з одного боку, стимулює розвиток біотехнологій, наприклад використання у складі мийних засобів ферментів (протеази, ліпази). Їх роль у мийній дії полягає у розщепленні пептидних зв'язків у білках, гідролізі жирів і ліпідів. Для біотехнологічних ПАР характерна висока специфічність як до поверхні, що відмивають, так і до забруднення. Біотехнологічні ПАР на основі амінокислот і пептидів не шкодять шкірі.

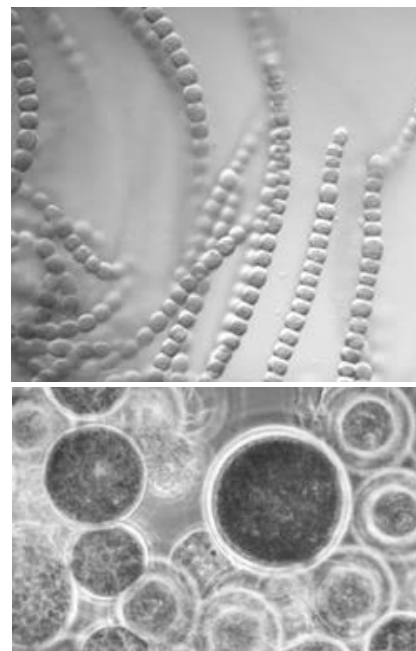
З іншого боку, кожна країна пропонує свої законодавчо закріплені норми екологічної безпеки, які можуть суттєво відрізнятися від аналогічних вимог країн-сусідів. Це надає змогу виробникам побутової хімії експортувати свою, заборонену на внутрішньому ринку продукцію і технології, до інших країн.

**Фосфати.** Компонентом пральних порошків, який додають для зм'якшення води і підвищення якості прання, є *триполіфосфати* (ТПФ). Кількість фосфатів у складі прального засобу може досягати 60 %. У разі порушення технології прання вони залишаються на одязі і здатні проникати крізь шкіру. Крім того, фосфати чинять негативний вплив на навколишнє середовище. Потрапляючи в стічні води, фосфати забруднюють природні водойми (погано затримуються очисними спорудами), створюючи добрі умови для росту синьо-зелених водоростей роду *Ciapea* (ціанобактерій) (мал. 100). Таке цвітіння водойм значно погіршує якість питної води, наповнюючи її токсинами. Останні, в свою чергу, вважаються причиною зниження імунітету, порушення перебігу вагітності в жінок і різноманітних відхилень у новонароджених, утворення пухлин (в тому числі ракових) у шлунково-кишковому тракті. Саме через ці причини використання фосфатів заборонено у Німеччині, Італії, Австрії, Норвегії, Швейцарії, Нідерландах, Японії, Кореї, Тайвані, Гонконзі, Таїланді, ПАР;

їх використання обмежено в Бельгії, Данії, Фінляндії, Швеції, Франції, Великій Британії, Іспанії, Греції, Португалії, США.

**Нітробензен** ( $C_6H_5-NO_2$ ) – безбарвна або блідо-жовта рідина із запахом гіркого мигдалю. Використовується як духмяна речовина в парфумерній і миловарній промисловості, входить до складу засобів по догляду за меблями і підлогою. В разі потрапляння в організм людини декількох крапель або вдихання пари речовини може виникнути отруєння з тяжкими наслідками. Під дією нітробензену збільшується густина крові, а вміст еритроцитів та гемоглобіну знижується. Симптомами легкого отруєння можуть бути: втома, головний біль, роздратованість, відсутність апетиту, нудота, висипання на шкірі. Нітробензен проникає крізь шкіру і в такий спосіб «трансформує» розчинені в ньому речовини. Може бути причиною порушення нормальної роботи печінки і ЦНС, появи дефектів у новонароджених, виникнення ракових захворювань. Частково повільно виводиться з організму (через легені і з сечею), частково (близько 60 %) перетворюється на амінофенол і нітрофенол (токсичні речовини), а близько 20 % накопичується в тканинах.

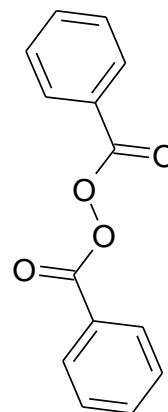
**Пероксид бензоїлу** використовується переважно в хімічній промисловості (каталізатор для реакцій полімеризації) та лакофарбовій промисловості, а також у харчовій промисловості під назвою луцидол (дезодорація та знебарвлення сала, рослинної олії, мила, вибілювання муки та ін.). Входить до складу ліків від хвороб шкіри (проникнення крізь непошкоджену шкіру – загальна властивість органічних пероксидів) (мал. 101). Також може бути діючою речовиною в косметичних засобах догляду за проблемною шкірою. Описано випадки різкого подразнення шкіри під час одноразового використання мазі або лосьйону, що містять 5 % пероксиду бензоїлу.



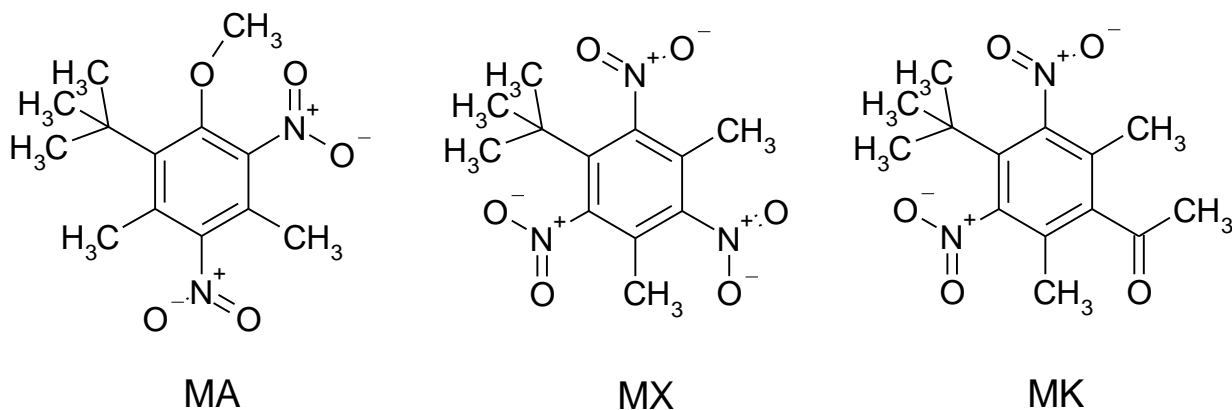
Мал. 100 Ціанобактерії



Мал. 101 Косметичний засіб з діючою речовиною пероксидом бензоїлу



**Синтетичні мускуси.** Це синтезовані людиною компоненти, які використовуються замість натуральних мускусів для створення і закріплення запашних композицій. Головним чином входять до складу косметичних засобів (парфуми, креми тощо.) (мал. 102). Вони застосовуються також при виготовленні мила, речовин, що освіжують повітря, пральних порошків. За хімічною будовою належать до трьох груп сполук: нітромускуси (похідні бензену, що містять одну, або декілька нітрогруп), поліциклічні мускуси та макроциклічні мускуси. Найпоширеніші з них: мускус-ксилен (МХ) і мускус-кетон (МК), - складають практично 95% європейського ринку синтетичних мускусів.



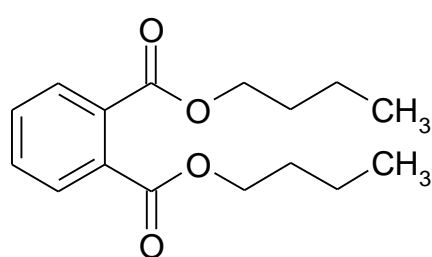
Синтетичні мускуси потрапляють до організму головним чином через дихальні шляхи, менше через шкіру. Током крові розповсюджуються по всьому організму, накопичуючись у тканинах. Порушують роботу імунної системи та гормональну функцію організму, здатні підсилювати дію інших хімічних речовин. Знайдені, навіть, у грудному молоці. А недавні дослідження вчених з Нідерландів показали наявність мускусу-амбрет (МА), що заборонений у Європі з 1995 року, у дощовій воді. Синтетичні мускуси, належать до речовин, які дуже повільно розкладаються у навколишньому середовищі. Отже, вони поступово розповсюджуються з водою та повітрям по Земній поверхні.



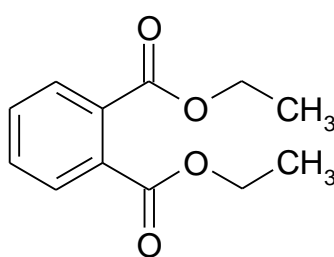
Мал. 102 Перші згадки про парфуми належать до часів Стародавнього Єгипту

Поширення стійких легко летючих речовин має серйозні наслідки для довкілля. Швидкість перенесення речовин повітрям набагато більша за інші способи їх розповсюдження. Отже, екологи відмічають особливість питання захисту повітряного басейну нашої планети.

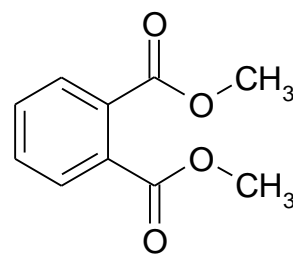
**Фталати.** Естери фталевої кислоти широко використовуються як речовини, що надають гнучкості полімерам. Кредитні картки, пластикові пляшки, килимові покриття, труби (у тому числі водопровідні), шпалери, ізоляція для дроту, декорування салонів автомобілів, рами для вікон, одноразове медичне обладнання, дитячі іграшки – це далеко неповний перелік речей, що виготовляють з гнучких полімерів. Фталати також застосовують у косметичних кремах для створення ефекту «вологої плівки», розчинення ароматизаторів та ін. Вони входять до складу засобів для догляду за волоссям (шампунів, кондиціонерів тощо), лаків для нігтів, сонцезахисної косметики, жуйок, цукерок. Негативно впливають на дихальну, периферичну та центральну нервові системи, нирки, печінку, а також репродуктивну функцію.



DBP



DEP



DMP

Проведені у 2003 р. американським Державним центром контролю та профілактики захворювань дослідження виявили наявність фталатів у організмі всіх без винятку досліджених людей, а у молодих дівчат їхня кількість перевищувала середні показники в 20 раз. Найчастіше використовується дибутилфталат (Dibutyl Phthalate, ДБФ, DBP), а також диетил- та диметилфталати, що позначаються відповідно Diethyl- (DEP) та Dimethyl Phthalate (DMP).



Мал. 103 Фталати додають до пластику, щоб надати йому гнучкість

Фталати достатньо швидко проникають крізь шкіряні покрови і можуть бути «речовинами-провідниками». Це означає, що всі інші хімічні речовини, які потрапили на шкіру разом, наприклад, із кремом, що містить фталати, і розчиняються у фталатах, зможуть проникнути через шкіру і потрапити у кров. Через кров фталати розносяться по всьому організму і накопичуватися у його тканинах десятиліттями.





### Цікаві подробиці

- За деякими даними, 1 г ТПФ стимулює утворення до 15 кг водоростей.
- «Синдром хворих будівель» – поняття для визначення приміщень (помешкання, офіси тощо.) з несприятливими умовами проживання і праці, що пов’язані із забрудненням повітря компонентами побутових хімікатів та продуктами їх взаємодії з пилом. Воно виникло у 90-х роках ХХ ст. у США і вже понад 10 років є офіційно визнаним. Згідно з оцінками експертів, у США для 20 – 30 % приміщень характерний «синдром хворих будівель». Медики зазначають, що в людей, які працюють або мешкають у таких приміщеннях достатньо довгий час, можуть спочатку виникнути проблеми з диханням, подразнення слизових оболонок очей та гортані, а потім біль у суглобах і порушення сну. В разі довшого впливу повітряних токсинів на організм людини симптоми можуть стати більш показовими: головний біль, нудота, спазми ШКТ, екземи на шкірі, дерматити. Такі прояви свідчать про отруєння. У такий спосіб поступово руйнується імунна система, організм стає вразливим до різних інфекцій. Найбільший ризик постраждати від негативного впливу побутової хімії мають діти, а також дорослі, які безпосередньо працюють із засобами побутової хімії.



### Питання для обговорення

- ❖ Причини різноманіття побутових хімікатів.
- ❖ Фосфати: функціональне призначення в пральних порошках і вплив на стан водойм.
- ❖ Переваги і недоліки використання синтетичних мускусів.
- ❖ Корисні й шкідливі властивості фталатів у складі косметичних засобів.



### Завдання

48. Чи можна торкатися будь-яких хімічних речовин відразу після нанесення на руки крему, призначеного для догляду за шкірою? Дайте обґрунтовану відповідь.
49. Складіть перелік речовин – компонентів засобів побутової хімії, яких слід уникати людині, яка хворіє на астму.

## **Лабораторна робота 9. Порівняння властивостей мила й синтетичних мийних засобів**



Мета: (сформулюйте мету роботи).

Матеріали та обладнання: зразки мила (укажіть назву); прального порошку (укажіть назву), засобу для чищення (укажіть назву); порцелянові чашки, пензлики, терези, склянка з водою, склянки, скляні палички.

Попередження: (прочитайте інформацію на етикетках мийних засобів і випишіть попередження).

### Дослід 1. Порівняльний аналіз властивостей мила і прального порошку.

- а) Додайте в порцелянові чашки невелику кількість води і внесіть в одну шматочок (приблизно 0,2 г) мила, а в іншу – стільки само прального порошку. За допомогою пензликів утворіть піну. Відмітьте різну здатність до піноутворення мила і прального порошку. Залиште чашки на 5-7 хв., порівняйте стійкість піни утвореної зразками речовин.
- б) У двох склянках розбавте рівні за масою зразки мила і прального порошку, помішуючи їх скляними паличками. Змочить кінчики пальців у склянках і порівняйте відчуття на дотик від кожного розчину. Змиваючи розчин з рук під проточною водою, відмітьте, який зі зразків змити легше.
- в) Дослідіть розчини, виготовлений у попередніх дослідках за допомогою смужки універсального індикатору. Зіставте такі властивості зразків як піноутворення і відчуття на дотик, зі ступенем лужності їх розчинів.

### Дослід 2. Порівняльний аналіз властивостей мила і засобу для миття посуду.

- Повторіть методику дослідження, описану у дослідках 1 а–в, використовуючи замість прального порошку засіб для миття посуду.

### Дослід 3. Порівняльний аналіз властивостей мила і засобу для чищення.

- Повторіть методику дослідження, описану у дослідках 1 а–в, використовуючи замість прального порошку засіб для чищення.

**Висновок:** (зробіть висновок про властивості кожного з об'єктів дослідження і поясніть їх, виходячи з функціонального призначення кожного з них).

## 16. Органічні розчинники та їх безпечне застосування

До органічних розчинників належать рідкі насичені вуглеводні та їх галогенопохідні, спирти, етери та естери, кетони. Органічні розчинники дуже широко застосовуються у виробництві пластмас, лаків і фарб, синтетичних волокон, смол, клеїв у гумовій промисловості, під час екстракції рослинних жирів, для хімічного чищення одягу; крім того, їх використовують для очищення хімічних сполук, розділення речовин, створення певного середовища для перебігу хімічних реакцій. Розчинники можна класифікувати, наприклад, за характеристичними ознаками (табл. 8).

Таблиця 8

Класифікація розчинників за фізичними характеристиками

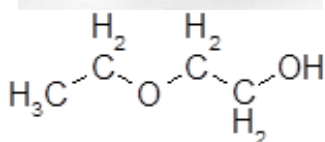
Характеристична ознака	Група розчинників	
Температури кипіння	Низькокиплячі (метиловий, етиловий спирти; етери)	Висококиплячі (ксилен)
Полярність молекули	Неполярні (вуглеводні, сірко-вуглець, ацетон)	Полярні (спирти)

Розчинниками можуть бути і суміші різних індивідуальних речовин, наприклад бензини, суміші спиртів і етерів.

Майже всі органічні розчинники фізіологічно активні сполуки. Деякі з них – ароматичні вуглеводні, хлоропохідні, аміни, кетони – за значних концентрацій можуть спричиняти серйозні отруєння; інші – призводити до захворювань шкіри (дерматитів). Для багатьох промислових органічних розчинників

розроблені технічні умови із забезпечення як протипожежної безпеки під час роботи з ними, так і особистого захисту від їх фізіологічної шкідливої дії.

У побуті зазвичай використовують суміші розчинників. Вони можуть різнитися між собою не тільки за компонентним складом, а й за співвідношенням компонентів.



Мал. 104. Розчинник «646»  
містить близько 8 %  
етилцелозольва

**Етилцелозольв** (2-этоксипропанол). Представляє собою моноетиловий етер етиленгліколю. Безбарвна, прозора, горюча рідина із спиртовим запахом. Використовується як розчинник багатьох лакофарбових матеріалів на найрізноманітнішій хімічній основі. Таке поширення етилцелозольв отримав завдяки своїм винятковим розчинювальним

здібностям: з ним змішуються практично всі відомі розчинники навіть при кімнатній температурі і в той же час він розчиняється у воді. Етилцелозольв також використовують як розчинник бруду (для зняття нагару, старої фарби і т.п.) (мал. 104); в галузі друкарства; як антифриз в авіаційному паливі; основний компонент рідин проти обмерзання машин і агрегатів («рідина I » і «рідина I-M»); в якості добавки для розділення різних вуглеводнів і спиртів.

**Уайт-спірит (вайт-спірит).** Належить до групи бензинових розчинників. За хімічним складом це суміш рідких аліфатичних і ароматичних вуглеводнів, що википають в межах 155 – 200 °С. Його отримують прямою перегонкою нафти іноді з додатковим очищенням. При цьому масова частка ароматичних вуглеводнів не повинна перевищувати 16 %. Розчинник відноситься до групи низьколетючих і має середню розчинювальну здатність по відношенню до лакофарбових матеріалів. Швидко випаровується, не лишаючи запаху на оброблюваній поверхні. Призначений для доведення лакофарбових матеріалів до робочої консистенції, для розбавлення красок на основі олій, емалей і лаків, мастик на основі бітуму та каучуку. Для отримання лакофарбового складу необхідної в'язкості в нього додають, ретельно перемішуючи, невеликими порціями уайт-спірит. Для очищення поверхонь використовують ганчірку, змочену у розчиннику.

**Нефрас** (від російського «НЕФтяные РАСтворители»). Збірна назва рідин, що є продуктами перегонки нафти, таких як бензин, гас, уайт-спірит і інших, що використовуються на виробництві і в побуті як розчинники для розведення фарб, промивки деталей, видалення покриттів, що консервують поверхню, і забруднень.

**Сольвент.** Сольвент представляє собою суміш ароматичних вуглеводнів з невеликим вмістом нафтенів, парафінів і циклічних вуглеводнів. Сольвент складається з ароматичних вуглеводнів приблизно на 56 %, а решту складають легкі ненасичені вуглеводні (мал. 106).



Мал. 105. «Уайт-спірит» перекладається як «білий спирт», але до класу спиртів не має ніякого відношення

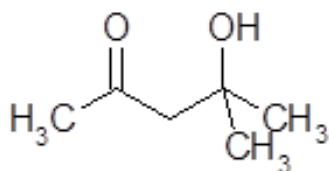


Мал. 106. «Сольвент» належить до неполярних розчинників



Мал. 107. Скипидар – летюча фракція хвойної смоли, а не летючий залишок – це каніфоль

**Скипидар (терпентин).** Своєрідна технічна ефірна олія, яку одержують шляхом перегонки свіжої смоли хвойних дерев. Як розчинник скипидар підходить для масляних фарб і лаків. Очищений скипидар володіє властивістю прискорювати висихання фарби. Неочищений скипидар, навпаки, продовжує проміжок часу, необхідний для того, щоб фарба висохла. Скипидар також використовують для зняття старої фарби (у чистому вигляді, або в суміші з іншими розчинниками). При роботі зі скипидаром треба пам'ятати, що його пара може викликати хімічний опіки, та шкідливо впливати на шкіру, очі, легені.

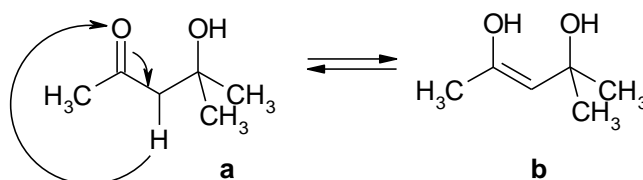


**Діацетоновий спирт.** Прозора безбарвна рідина з легким характерним "кетонним" запахом, жовтіюча при старінні. Розчинник з функціями кетону і спирту. Випаровується повільно, змішується з більшістю органічних рідин і з водою. Розчинник для простих і складних ефірів целюлози, синтетичного каучуку і смол. Застосовується для розведення лаків і фарб; у фарбах для друку; виробництві барвників для текстилю та деревини. Також діацетоновий спирт використовують при виробництві інсектицидів, гербіцидів; синтезі мускусів у парфумерної промисловості.



### Теоретичне занурення

Речовина може існувати у вигляді декількох ізомерних форм, що легко переходять одна в одну і перебувають у динамічній рівновазі. Таке явище називається *таутомерією*. Сполуки, що переходять одна в одну називають *таутомерними формами*, а їх взаємний перехід – *таутомерним перетворенням*. Наприклад, діацетоновий спирт (4-гідрокси-4-метилпентанон-2) може існувати у двох формах: кетонній (а) і енольній (б). Назва форми (а) походить від позначень двох класів сполук: алкенів (-ен) та спиртів (-ол). Тому така форма таутомерії називається *кето-енольною*:





### Цікаві подробиці

- Найдавніші зразки доісторичних фарб, що добре збереглися, датовано XVI тисячоліттям до н. е. Їх виявлено в печерах Південної Франції (Ласко, Ніо), Іспанії (Альтаміра) і Південної Африки (мал. 108). Це були фарби, виготовлені із суміші тваринного жиру й природних пігментів, таких як охра, марганцева руда (манган (IV) оксид, ферум (II) оксид і крейда). Найдавніші наскальні малюнки в Північній Африці (Сахара, Тассилі, Танжера) датуються періодом між V і VII тисячоліттями до н. е. Відомо також безліч малюнків, виявлених у Вавилоні, Єгипті, Греції та Італії, і датованих I і II тисячоліттями до н. е.
- Найдавніші пофарбовані предмети китайського походження. До нас дійшли меблі і домашнє начиння, вкриті шаром фарби з великою майстерністю. Найдавніший традиційний виріб датований приблизно 200 р. до н. е. Лаком слугував молочний сік з кори лакового дерева. Лаку надавали чорного або червоного кольору за допомогою мінералів, а пізніше в нього стали додавати золотий пил або смужки золота.
- У 60-х роках XX ст. було офіційно визнано, що використання розчинників призводить до забруднення навколишнього середовища. З метою зменшення шкідливого впливу на довкілля, було створено: покриття на водній основі з високим сухим залишком; порошкові фарби (мал.109), що не містять розчинників; нові системи покриттів, що тверднуть під дією опромінювання; системи з активними розчинниками, що сполучаються хімічним способом під час процесу тверднення; установки для повторного використання або утилізації розчинників
- Як стверджують сучасні прихильники графіті, їхнє мистецтво бере свої джерела з тих самих часів, коли стародавні люди залишали свої найяскравіші враження на стінах печер. Якщо так, то треба відмітити



Мал. 108. Самка бізона.  
Малюнок на стелі печери  
Альтаміра



Мал. 109. Порошкова  
фарба і її нанесення



Мал. 110. Графіті на стінах одного з найстаріших у Шотландії замку Kelburn

набагато виразніший внутрішній світ печерних людей перед деякими сучасними «митцями» настінного жанру. Справжні графіті не має нічого спільного з хуліганством, хоча і виконується у досить специфічній стилістичній манері (мал.110). Але це питання натхнення. Все набагато простіше з інструментами роботи. Для малювання на стінах використовуються аерозольні фарби. Вони рівно накладаються на будь-яку поверхню і швидко сохнуть. Це досягається завдяки унікальному складу фарби: трьохкомпонентному розчинну. Крім кольорового пігменту до складу такої фарби входить два розчинники: рідкий і газоподібний. Першим газовим розчинником аерозолів був фреон – нетоксичний, негорючий газ, але той, що негативно впливає на стан довкілля. Його замінили природними газами (пропан, н-бутан, ізобутан) та етерами (диетилловий, метил-етилловий етери), що зробило роботу і зберігання аерозольних фарб більш небезпечними. Але при правильному і обережному використанні ці засоби дуже зручні і корисні, як і все, що ми називаємо зараз одним коротким словом – Х І М І Я.



### Питання для обговорення

- ❖ Багатоманітність функцій розчинників.
- ❖ Двоєка природа молекули етилцелозольву.
- ❖ Уайт-спірит – продукт нафтопереробки.
- ❖ Властивості скипидару як розчиннику.



### Завдання

50. Чи можна використовувати органічні розчинники поблизу відкритого вогню? Відповідь обґрунтуйте.
51. Який розчинник ви оберете для видалення плями від олійної фарби: ацетон чи уайт-спірит? Відповідь обґрунтуйте.



## Практична робота «Видалення забруднень з поверхні тканини»



Мета: (сформулюйте мету роботи).

Матеріали та обладнання: (уважно вивчіть запропоновані методики і складіть перелік матеріалів і обладнання).

Попередження: (виходячи із складеного переліку матеріалів та обладнання напишіть попередження).

### Завдання 1. Видалення плям від жиру та олії.

- а) У пробірки з бензином, гасом і водою налейте по 3 – 5 крапель рослинної олії і збовтуйте. Визначте, як розчиняється олія цих розчинників. Дайте пояснення своїм спостереженням.
- б) У невеликі склянки або порцелянові чашки з тими самими рідинами помістіть клаптики тканини з плямами від жиру і в склянках перемішуйте їх склянкою паличкою впродовж 2 – 3 хв. Після висихання шматочків тканин визначте ступінь їхньої очистки від жирних плям. Зробіть висновок про ефективність використання різних розчинників для видалення плям жиру з поверхні тканини.

### Завдання 2. Видалення підпалин від праски з поверхні тканини.

Тканину із жовтуватою підпалиною від праски обробіть розчином лимонної кислоти або лимонним соком. Через 5 – 7 хв. промийте тканину проточною водою. Запишіть спостереження, поясніть результати дослідження.

### Завдання 3. Видалення свіжих плям від фруктів.

Тканину із свіжою плямою від фруктів протріть за допомогою тампона, змоченого в столовому оцті. Запишіть спостереження, поясніть результати дослідження.

### Завдання 4. Видалення плям від чаю.

Тканину з плямою від чаю обробіть 3 % -м розчином пергідролю і залиште на 3 – 5 хв. на світлі. Потім розчин пергідролю ретельно змийте проточною водою. Запишіть спостереження, поясніть результати дослідження.

Висновок: (запишіть висновки за результатами кожного завдання і, узагальнивши їх, зробіть висновок по результатах практичної роботи).



## Підсумовуючи вивчене у розділі 3

Quidquid discis, tibi discus.

(Чому б ти не навчався, ти навчаєшся для себе).

Петроній

### **У цьому розділі ви дізналися про:**

жири, білки, вуглеводи й вітаміни як компоненти їжі та їх хімічні структури;  
 харчові добавки і Е-коди;  
 синтетичні лікарські препарати;  
 шкоду від алкоголю, нікотину і наркотичних речовин для організму людини;  
 засоби побутової хімії, їх класифікацію і речовинний склад;  
 мило;  
 побутові хімікати;  
 правила безпечного зберігання і використання засобів побутової хімії;  
 діючі й допоміжні речовини в засобах побутової хімії;  
 склад і застосування органічних розчинників

### **Занурилися у теоретичні принципи:**

зберігання білками спадкової інформації;  
 класифікації та ізомерії вуглеводів;  
 будови синтетичних лікарських препаратів;  
 кето-енольної таутомерії

### **Поцікавилися:**

яка користь від холестерину взагалі й скільки його міститься в рослинній олії;  
 як довести «ненасичений» характер олій;  
 перебігом процесу бродіння;  
 як скласти опис товару, зменшивши кількість Е-добавок;  
 чому деякі лики запивають молоком;  
 чому в Стародавньому Римі одяг прали у Тибрі;  
 скільки зайвих речовин міститься в крові сучасного європейця;  
 «синдромом хворих будівель»;  
 коли з'явилися фарби;  
 аерозольними і порошковими фарбами

### ***Досліджували:***

зміст етикеток до продуктів харчування;  
зміст етикеток та інструкцій до товарів побутової хімії;  
властивості мила і синтетичних мийних засобів

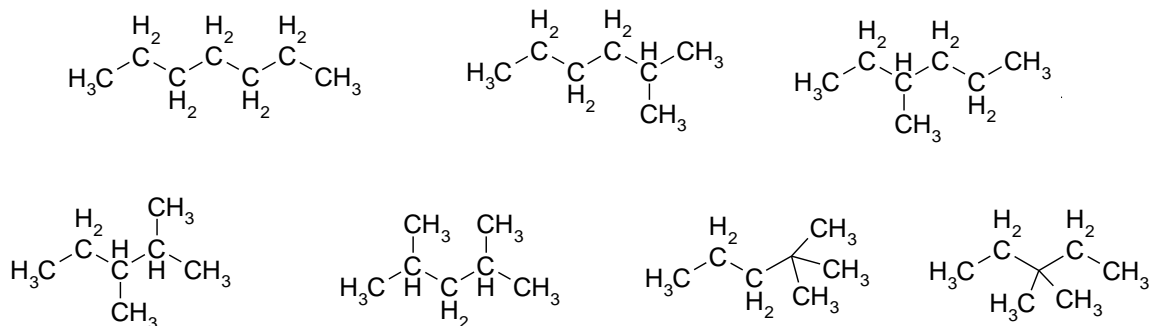
***Працювали*** над видаленням різних видів плям з поверхні тканин.

### ***Перевірте себе:***

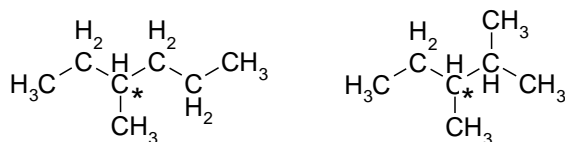
- надайте характеристику хімічній природі молекул жирів, білків та вуглеводів;
- розкрийте роль жирів, білків та вуглеводів як компонентів їжі;
- поясніть значення Е-добавок для розвитку харчової промисловості;
- розкрийте значення синтетичних лікарських препаратів;
- поясніть основні механізми та наслідки шкідливого впливу алкоголю, нікотину та наркотичних речовин на організм людини;
- розкрийте основні принципи дії засобів побутової хімії;
- поясніть призначення побутових комплексних розчинників у залежності від їх складу;
- перелічить основні правила безпечного зберігання і використання засобів побутової хімії

## Відповіді до завдань

1.  $C_6H_{14}$  : *c, d*;  $C_7H_{16}$  : *a, i*;  $C_8H_{18}$  : *b, f*.  
 2.  $(C_6H_{14}) = 86,18$ ;  $(C_7H_{16}) = 100,21$ ;  $(C_8H_{18}) = 114,23$ .  
 3. Ізомерами є сполуки: *a, c, d*.  
 4. Гептан має 7 структурних ізомерів:

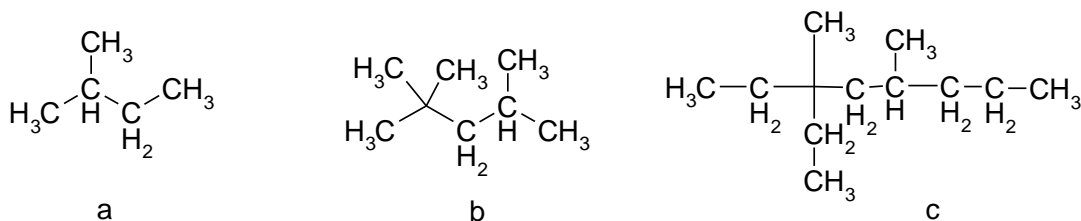


5. У гептану 2 ізомери, що мають по 1 асиметричному атому Карбону і, отже, він має дві пари дзеркальних ізомерів. Асиметричні атоми позначено «зірочками»:



6. *a)* 2,3-диметилбутан; *b)* 2,2,4,4-тетраметилпентан; *c)* 2,3,6-триметилгептан;  
*d)* 3,3-диетилпентан; *e)* 2,3,4-триметилпентан.

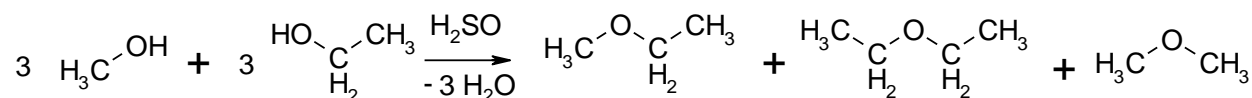
7.



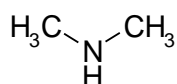
8.  $C_3H_7OH$

9. 50 %

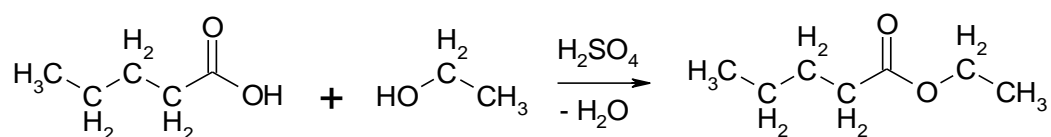
10. Крім етилметилового етеру, утворюються також діетиловий і диметиловий етери:



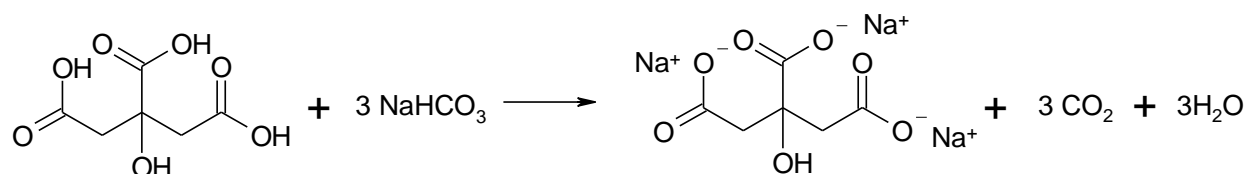
11. Диметиламін



12. Утворилося 260,38 г естеру:



13. Кислота : сода = 1 : 1,3:



14. приблизно 1018 л

16. 28,8 г

17. 1418,67 л

18. 1,52 кг

20. кам'яне вугілля; 1,56 моль; 34,94 л

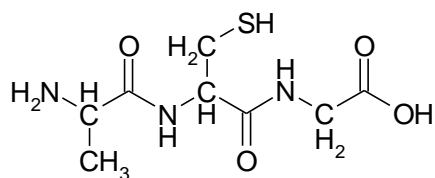
22. 2 моль

24. 93 750 в.о.

30. 102,09 г

32. 192,17

34. 249,29



36. 125 г

37. 54,5 %

38. 16 г

39. 4,48 л

40. 18 г

41. 22,93 г


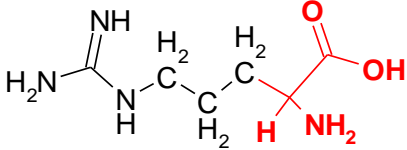
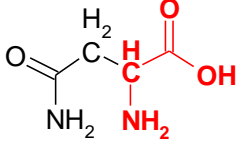
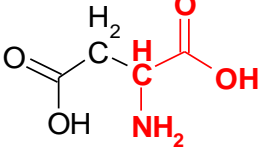
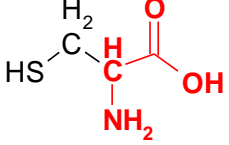
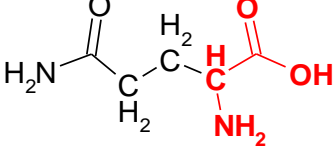
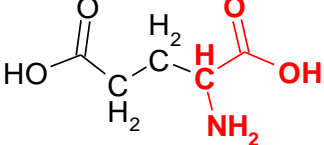
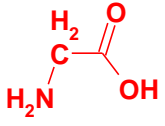
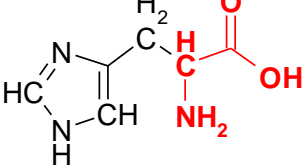
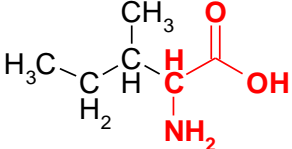
42. 14,04 г

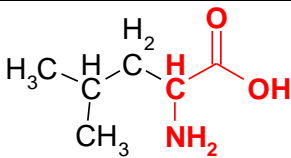
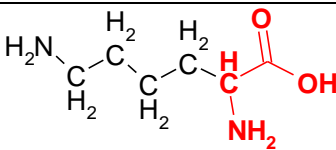
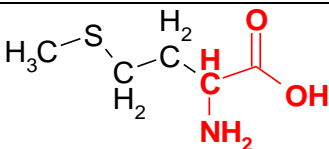
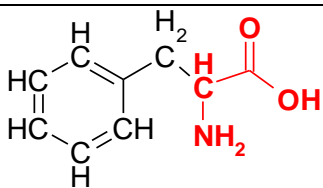
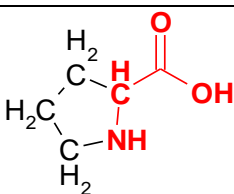
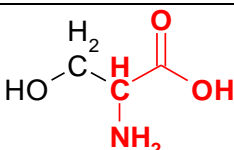
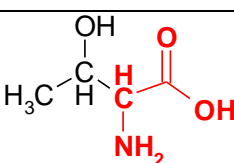
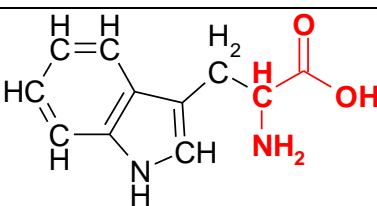
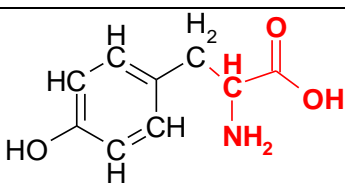
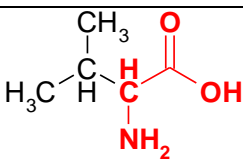
44. 134,6 г

## Додатки

Додаток 1

## Перелік незамінних амінокислот

Позначення	Назва	Формула
Ala	Аланін	
Arg	Аргінін	
Asn	Аспарагін	
Asp	Аспарагінова кислота	
Cys	Цистеїн	
Gln	Глютамін	
Glu	Глютамін	
Gly	Гліцин	
His	Гістидін	
Ile	Ізолейцин	

Leu	Лейцин	
Lys	Лізин	
Met	Метіонін	
Phe	Фенілаланін	
Pro	Пролін	
Ser	Серін	
Thr	Треонін	
Trp	Триптофан	
Tyr	Тирозин	
Val	Валін	

## Деякі потенційно небезпечні компоненти побутової хімії

Речовина	Де міститься	Дія на організм людини
Амоніак	Див. <i>нашати́рний спирт</i>	Подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок очей. У базі потрапляння на шкіру – подразнення або хімічний опік, під час систематичного контакту – дерматити, екземи
Аніонні ПАВ (SLS або SDS)	Мийні, пральні, гігієнічні засоби	Послаблення імунітету, алергія, ураження мозку, печінки, нирок, легенів. Накопичування у організмі. Порушення структури нуклеопротейдів
Ацетон	Різноманітні розчинники, змивки для нітрофарб, автокосметика	Пригнічення ферментативної функції організму, зміна формули крові (зниження вмісту альбумінів і підвищення вмісту глобулінів). Накопичення в організмі, хронічне отруєння
Гліколь (етиленгліколь)	Засоби для чищення скла, мийні засоби, антифризи	Переважно на ЦНС і нирки (судинна та протоплазматична отрута, спричиняє ацидоз)
Кальцій гіпохлорит	Дезинфікувальні й дегазувальні речовини	Дивись <i>хлор</i>
Натрій гіпохлорит	Відбілювачі, рідкі гігієнічні засоби для туалетів, засоби для чищення ванн	Дивись <i>хлор</i>
Нашати́рний спирт	Засоби для чищення скла, емалевих поверхонь і металів	Подразнення дихальних шляхів, слизових оболонок очей, головний біль, нудота
Нітробензен	Духмяна речовина в парфумерній і миловарній промисловості, поліролів для меблі і підлоги	Втома, головний біль, роздратованість, відсутність апетиту, нудота, висипання на шкірі, зниження функцій печінки, ЦНС, дефекти у немовлят, ракові захворювання. Близько 20 % речовини накопичується в тканинах
Бензоїлу пероксид	Засоби догляду за проблемною шкірою (ОХУ-10). Харчова промисловість (луцидол)	Подразнення шкіри
Гідро́ген пероксид	Відбілювачі, засоби для миття, прання та видалення плям	Подразнення, опіки, запалення шкіри

Синтетичні мускуси (MX, МК, ННСВ, АНТН)	Косметичні засоби, мило, освіжувачі повітря, пральні порошки	Накопичення в тканинах. Порушення роботи імунної системи та гормональної функції організму, підсилення дії інших хімічних речовин
Соляна (хлоридна) кислота	Засоби для видалення іржі та вапна	Першіння в горлі, сльози, кашель, головний біль. У разі тривалого контакту – катар верхніх дихальних шляхів, руйнація зубної емалі, виразки або проколювання носової перетинки.
Триклозан	Пральні порошки, мило, зубна паста, креми, лосьйони	Речовина перетворюється в діоксин, що накопичується в організмі
Фенол і крезолі	Засоби догляду за меблями та підлогою	Подразнення і опіки слизових оболонок і шкіри, загальна слабкість, у важчих випадках – запаморочення, діарея, порушення дихання, втрата свідомості. Фенол здатний проникати крізь шкіру, швидко потрапляти в кров і вражати нирки і печінку
Формальдегід (мурашиний альдегід, метаналь)	Консервант у освіжувачах повітря, політурах для меблів	Дія на ЦНС, центри зору і сітківку, дезактивація ферментів в органах і тканинах, пригнічення синтезу нуклеїнових кислот, порушення обміну вітаміну С. Речовина є мутагеном, канцерогеном
Фосфати (ТПФ)	Пральні порошки	Первинний вплив: взаємодіючи з А-ПАР, утворюють токсичні й канцерогенні речовини. «Речовини-провідники» А-ПАР. Вторинний вплив: погіршуючи екологічну ситуацію, спричиняють зниження імунітету, порушення стану вагітності у жінок і різноманітних відхилень у немовлят, утворення пухлин (у тому числі ракових) у шлунково-кишковому тракті
Фталати (DBP, DEP, DMP)	Пластмаси, косметичні засоби	Дія на дихальну, периферичну систему та ЦНС, нирки, печінку, репродуктивну функцію. Можуть бути «речовинами-провідниками»
Хлор	Див. <i>гіпохлорит натрій</i> та <i>гіпохлорит кальцій</i> .	Запаморочення, перепади кров'яного тиску, біль у грудях, важкий кашель, запалення слизової носу, гортані, очей, бронхіт (на зразок астматичного), зміни в кістковому мозку, формулі крові та ін. Загострення захворювань серцево-судинної системи, а також атеросклерозу, анемії, гіпертонії, алергії. Погіршення стану шкіри, волосся, нігтів, зубів



Система маркування пластмас,  
що придатні до повторної переробки

Маркування	Назва	Застосування
	Поліетилентерафталат (PET або PETE)	Пластикові пляшки для води, безалкогольних напоїв, соків; різноманітні упаковки. Потенційно небезпечні для продуктів харчування
	Поліетилен високої щільності (високого тиску) (PEHD або HDPE)	Пляшки, фляги, напівжорстка упаковка. Вважається безпечним для продуктів харчування
	Полівінілхлорид (HVC або ПВХ)	Трубки, труби, садові меблі, покриття підлоги, профілі для вікон, жалюзі, пляшки для побутових хімікатів. Потенційно небезпечний для продуктів харчування
	Поліетилен низької щільності (низького тиску) (PELD або PEBD)	Пакети, плівки, гнучкі ємкості. Вважається безпечним для продуктів харчування
	Поліпропілен (PP)	Обладнання салонів автомобілів, бампери, іграшки, упаковки для продуктів харчування. Вважається безпечним для харчової промисловості
	Полістірол (PS)	Термоізолювальні плити будівель, упаковки (у тому числі для продуктів харчування), столові прибори, чашки, іграшки, ручки та ін.
	Інші (OTHER або O)	Інші види полімерів, придатних для повторної переробки, переважно – полікарбонат

## Деякі харчові добавки та їх шкідлива дія на організм людини

ЗАТВЕРДЖЕНО

постановою Кабінету Міністрів України

від 4 січня 1999 р. № 12

Індекс	Харчова добавка
E 102	Тартразін Tartrazine
E 104	Хіноліновий жовтий Quineline yellow
E 110	Жовтий "сонячний захід" спеціальний жовтий FCF Sunset yellow FCF
E 120	Карміни Carmines
E 121	Цитрус червоний 2 Citrus red 2
E 122	Азорубін Azorubine
E 123	Амарант Amaranth
E 124	Понсо 4R Ponceau 4R
E 127	Еритрозин Erythrozine
E 129	Спеціальний червоний AG Allura red AG
E 131	Синій патентований V Patent blue V
E 141	Мідні комплекси хлорофілів Chlorophylls copper complexes
E 142	Зелений S Green S
E 150a	Цукровий колер I простий Caramel I-plain

E 150c	Цукровий колер III Caramel III-ammonian process
E 150d	Цукровий колер IV Caramel IV-ammonia-sulphite
E 151	Діамантовий чорний PN Brilliant black PN
E 152	Вугілля Carbon black (hydro-carbon)
E 153	Вугілля рослинне Vegetable carbon
E 154	Коричневий FK Brown FK
E155	Коричневий NT Brown NT
E 160a	Каротини: Carotenes: бета-каротин синтетичний Beta carotene sinthetic екстракти натуральних каротинів Natural extracts
E 160c	Масло смоли паприки: екстракт паприки, капсофуксин, капсантен Paprika oleoresins
E 160e	Бета-апо-8-каротинол Beta-apo-8-carotenal
E 171	Титану діоксид Titanium dioxide
E 173	Алюміній Aluminium powder
E 180	Рубіновий літол ВК Lithol rubine ВК
E 201	Сорбат натрію Sodium sorbate
E 210	Бензойна кислота Benzole acid
E 211	Бензоат натрію Sodium Benzoate
E 220	Сірки двоокис Sulphur dioxide
E 222	Натрію гідросульфід Sodium hydrogen sulphite

E 223	Натрію метабісульфіт Sodium metabisulphite
E 224	Калію метабісульфіт Potassium metabisulfite
E 228	Калію бісульфіт Potassium bisulphate
E 230	Біфеніл, дифеніл Diphenyl
E 231	Ортофенилфенол <i>o</i> -Phenylphenol
E 232	Натрію ортофенилфенол Sodium <i>o</i> -phenylphenol
E 233	Тіабендазол Thiabendazole
E 239	Уротропін (гексаметилентетрамін) Urotropin Hexamethylenetetramin
E 240	Формальдегід Formaldehyde
E 242	Диметилдикарбонат Dimethyldicarbonate
E 249	Калію нітрит Potassium nitrite
E 250	Натрію нітрит Sodium nitrite
E 251	Натрію нітрат Sodium nitrate
E 252	Калію нітрат Potassium nitrate
E 270	Молочна кислота ( <i>L</i> , <i>D</i> та <i>LD</i> ) Lactic acid
E 280	Пропіонова кислота Propionic acid
E 281 – E 283	Пропіонати Propionates
E 310	Пропіл галат Propyl gallate

E 311	Октил галат Octyl gallate
E 312	Додecil галат Dodecyl gallate
E 320	Бутилгідроксианізол Butylated hydroxyanisole (BHA)
E 321	Бутил гідрокситолуол Butylated hydroxytoluene (BHT)
E 330	Лимонна кислота Citric acid
E 338	Ортофосфорна кислота Orthophosphoric acid
E 339	Фосфати натрію: фосфат натрію однозаміщений (i) фосфат натрію двозаміщений (ii) Sodium phosphates
E 340	Фосфати калію Potassium phosphates
E 341	Фосфати кальцію Calcium phosphates
E 343	Фосфати магнію Magnesium phosphates
E 400	Альгінова кислота Alginic acid
E 401	Альгінат натрію Sodium alginate
E 402	Альгінат калію Potassium alginate
E 403	Альгінат амонію Ammonium alginate
E 404	Альгінат кальцію Calcium alginate
E 405	Пропіленглікольальгінат Propyleneglycolalginate
E 450	Пірофосфати Diphosphates Пірофосфати натрію: однозаміщений (i) двозаміщений (ii) три- заміщений (iii)

E 451	Трифосфати: Triphosphates Пентанатрію трифосфат Pentasodium triphosphate (i) Пентакалію трифосфат Pentapotassium triphosphate (ii)
E 452	Поліфосфати Polyphosphates
E 461	Метилцелюлоза Methyl cellulose
E 462	Утилцелюлоза Ethylcellulose
E 463	Гідроксипропілцелюлоза Hydroxypropylcellulose
E 465	Метилетилцелюлоза Methylethylcellulose
E 466	Карбоксиметилцелюлози натрієва сіль Sodium carboxymethyl cellulose
E 477	Етери пропіленгліколю та жирних кислот Propylene glycol esters of fatty acids
E 501	Карбонати калію: карбонат калію (i) Potassium carbonates (i) гідрокарбонат калію (ii) Potassium hydrogen carbonate (ii)
E 503	Карбонати амонію: Ammonium carbonates: карбонат амонію (i) Ammonium carbonate (i) гідрокарбонат амонію (ii) Ammonium hydrogen carbonate (ii)
E 510	Хлорид амонію Ammonium chloride
E 513	Сірчана кислота Sulphuric acid
E 527	Гідроксид амонію Ammonium hydroxide

E 620	Глутамінова кислота <i>L</i> (+) Glutamic acid <i>L</i> (+)
E 626	Гуанілова кислота Guanilic acid
E 627	5' - Гуанілат натрію 2-заміщений Disodium - 5' - guanilate
E 628	5' - Гуанілат калію 2-заміщений Dipotassium 5' - guanilate
E 629	5' - Гуанілат кальцію 2-заміщений Dicalcium 5' - guanilate
E 630	Ізоринова кислота Inosine acid
E 631	5'-Інозіат натрію двозаміщений Disodium 5'-inositate
E 632	5' – Інозинат калію Potassium 5' -inosinate
E 633	5' – Інозинат кальцію Calcium 5' -inosinate
E 634	5' – Рибонуклеотиди кальцію Calcium ribonucleotides
E 635	5' – Рибонуклеотиди натрію Disodium 5' -ribonucleotides
E 636	Мальтол Maltol
E 637	Етилмальтол Ethyl maltol
E 951	Аспартам Aspartame
E 952	Цикламова кислота та її натрієва, калієва, кальцієва солі Cyclamic acid and Na-, K-, Ca -salts
E 954	Сахарин та натрієва, калієва та кальцієва солі Saccharin and Na-, K-, Ca -salts
E 1105	Лізоцим Lysozyme
E 150a	Цукровий колер I простий Caramel I-plain
E 150c	Цукровий колер III Caramel III-ammoman process

Шкідлива дія харчових добавок виявляється за умови частого або надмірного вживання продуктів харчування, що їх містять.

E102	Н	E150	П	E220	Н	E281	К	E405	Н	E626	РК
E103	З	E151	ШШ	E222	Н	E282	К	E450	РШ	E627	РК
E104	П	E152	З	E223	Н	E283	К	E451	РШ	E628	РК
E105	З	E153	К	E224	Н	E310	В	E452	РШ	E629	РК
E110	Н	E154	РК	E228	Н	E311	В	E453	РШ	E630	РК
E111	З	E155	Н	E230	К	E312	В	E454	РШ	E631	РК
E120	Н	E160	ШШ	E231	ШШ	E320	Х	E461	РШ	E632	РК
E121	З	E171	П	E232	ШШ	E321	Х	E462	РШ	E633	РК
E122	П	E173	П	E233	Н	E330	К	E463	РШ	E634	РК
E123	ДН	E180	Н	E239	ШШ	E338	РШ	E465	РШ	E635	РК
E124	Н	E201	Н	E240	К	E339	РШ	E466	РШ	E636	Н
E125	З	E210	К	E241	П	E340	РШ	E477	П	E637	Н
E126	З	E211	К	E242	Н	E341	РШ	E501	Н	E907	В
E127	Н	E212	К	E249	К	E343	РК	E502	Н	E951	ШШ
E129	Н	E213	К	E250	АТ	E400	Н	E503	Н	E952	З
E130	З	E214	К	E251	АТ	E401	Н	E510	ДН	E954	К
E131	К	E215	К	E252	К	E402	Н	E513	ДН	E1105	ШШ
E141	П	E216	К	E270	Н	E403	Н	E527	ДН		
E142	К	E219	К	E280	К	E404	Н	E620	Н		

**Позначення:**

- ШШ - шкідливий для шкіри
- З - заборонений
- К - канцерогенний
- ДН - дуже небезпечний
- Н - небезпечний
- П - підозрілий
- РШ - розлад шлунку
- АТ - артеріальний тиск
- В - висипання
- Х - холестерин
- РК - кишкові розлади



## Склад деяких розчинників лаків і фарб

**Розчинники:**

Розчинник 645: толуол 50%, бутилацетат 18%, етилацетат 12%, бутанол 10%, етанол 10%.

Розчинник 646: толуол 50%, етанол 15%, бутилацетат (або амілацетат) 10%, бутанол 10%, етилцелозольв 8%, ацетон 7%.

Розчинник 647: толуол (або піробензол) 41,3%, бутилацетат (або амілацетат) 29,8%, етилацетат 21,2%, бутанол 7,7%.

Розчинник 648: бутилацетат 50%, толуол 20%, бутанол 20%, етанол 10%.

Розчинник 649: ксилол 50%, етилцелозольв 30%, ізобутанол 20%.

Розчинник 650: ксилол 50%, бутанол 30%, Етилцеллозольв 20%.

Розчинник 651: уайт-спірит 90%, бутанол 10%.

Розчинник КР-36: бутанол 80%, бутилацетат 20%.

Розчинник Р-4: толуол 62%, ацетон 26%, бутилацетат 12%.

Розчинник Р-10: ксилол 85%, ацетон 15%.

Розчинник Р-12: толуол 60%, бутилацетат 30%, ксилол 10%.

Розчинник Р-14: циклогексанон 50%, толуол 50%.

Розчинник Р-24: сольвент 50%, ксилол 35%, ацетон 15%.

Розчинник Р-40: толуол 50%, етилцелозольв 30%, ацетон 20%.

Розчинник Р-219: толуол 34%, циклогексанон 33%, ацетон 33%.

Розчинник Р-3160: бутанол 60%, етанол 40%.

Розчинник РКЧ: ксилол 90%, бутилацетат 10%.

Розчинник РМЛ: етанол 64%, етилцелозольв 16%, толуол 10%, бутанол 10%.

Розчинник РМЛ-315: толуол 25%, ксилол 25%, бутилацетат 18%, етилцелозольв 17%, бутанол 15%.

Розчинник РС-1: толуол 60%, бутилацетат 30%, ксилол 10%.

Розчинник РС-2: уайт-спірит 70%, ксилол 30%.

Розчинник РФГ: етанол 75%, бутанол 25%.

Розчинник РЕ-1: ксилол 50%, ацетон 20%, бутанол 15%, етанол 15%.

Розчинник РЕ-2: сольвент 70%, етанол 20%, ацетон 10%.

Розчинник РЕ-3: сольвент 50%, етанол 20%, ацетон 20%, етилцеллозольв 10%.

Розчинник РЕ-4: сольвент 50%, ацетон 30%, етанол 20%.

## Розріджувачі:

Розріджувач для водорозведених лаків і фарб: бутанол 62%,  
бутилцелозольв 38%.

Розріджувач М: етанол 65%, бутилацетат 30%, етилацетат 5%.

Розріджувач Р-7: циклогексанон 50%, етанол 50%.

Розріджувач Р-197: ксилол 60%, бутилацетат 20%, етилцелозольв 20%.

Розріджувач РДВ: толуол 50%, бутилацетат (або амілацетат) 18%, бутанол 10%, етанол 10%, етилацетат 9%, ацетон 3%.

Розріджувач РКБ-1: ксилол 50%, бутанол 50%.

Розріджувач РКБ-2: бутанол 95%, ксилол 5%.

Розріджувач РКБ-3: ксилол 90%, бутанол 10%.

Розріджувач РЕ-1В: сольвент 70%, бутанол 20%, діацетоновий спирт 10%.

Розріджувач РЕ-2В: сольвент 60%, бутилацетат 20%, етилцелозольв 20%.

Розріджувач РЕ-3В: сольвент 50%, бутанол 30%, етилцелозольв 20%.

Розріджувач РЕ-4В: етилцелозольв 50%, сольвент 50%.

Розріджувач РЕ-5В: ксилол 40%, циклогексанон 25%, етилцелозольв 25%,  
бутанол 10%.

Розріджувач РЕ-6В: сольвент 50%, ксилол 35%, діацетоновий спирт 15%.

Розріджувач РЕ-7В: ксилол 60%, бутилацетат 25%, діацетоновий спирт 10%,  
циклогексанон 5%.

Розріджувач РЕ-8В: бутанол 75%, ксилол 25%.

Розріджувач РЕ-9В: сольвент 50%, бутилацетат 30%, етилцелозольв 20%.

Розріджувач РЕ-10В: сольвент 40 %, бутанол 40%, етилцелозольв 20%.

Розріджувач РЕ-11В: ксилол 40%, етилцелозольв 30%, бутилацетат 20%,  
циклогексанон 10%.

Розріджувач ДМЗ-Р: бутилацетат (або амілацетат) 39%, толуол 30%, етилацетат 16%, ацетон 15%.

Розріджувач Р-5: ксилол 40%, бутилацетат 30%, ацетон 30%.

Розріджувач Р-6: піробензол 40%, етанол 30%, бутанол 15%, бутилацетат 15%.

Розріджувач Р-60: етанол 70%, етилцеллозольв 30%.

Розріджувач РВЛ: хлорбензол 50%, етилцеллозольв 50%.

## Комп'ютерний інструментарій та інформаційні ресурси для тих, хто вивчає хімію

Зараз важко собі уявити, що всього 15-20 років тому демонстраційні матеріали на уроках були зроблені на картонних аркушах, а задля збору інформації для доповіді або реферату треба було йти до читального залу бібліотеки. Комп'ютерні технології швидко увійшли у наше життя і наповнили його безмежним інформаційним масивом, в якому можна загубитися серед безлічі можливостей і технічних рішень. Тому приміть кілька порад з приводу вибору комп'ютерного інструментарію та інформаційних ресурсів.

До комп'ютерного інструментарію відносяться спеціалізовані комп'ютерні програми, що призначені до опрацювання інформації про хімічні об'єкти. Як ви вже знаєте, основною інформаційною одиницею про хімічну речовину є її хімічна формула, а характеристикою властивості речовини – хімічна реакція. При створенні презентацій нерідко виникають проблеми саме із зображенням формул сполук і рівнянь. Якщо у неорганічній хімії, у якій більшість таких записів можна зробити у звичайному рядку текстових редакторів, то запис структурних формул органічних сполук і схем реакцій здійснити просто неможливо. Для їх записів існують окремі програмні засоби, які можна завантажити [1] і використовувати безкоштовно. Далі наведено перелік і характеристики найпопулярніших програм з цих програм.

- *ChemWindow* – цілий комплект програм, що надають можливість малювати хімічні формули і проводити автоматичні обчислення за ними (програма *ChemWin*); переглядати молекули органічних речовин у вигляді віртуальних куль-стержневих моделей у просторі (*SymApps*); моделювати і переглядати спектральні характеристики зображених структур (програми *ChromKeeper* та *IRKeeper*). Версія комплекту *ChemWindow* 5.1 поширюється безкоштовно, а версія 6.0 – за гроші. Інтерфейс програми англійський, заміна мови відбувається завдяки додаткам, що завантажуються окремо.
- *ISIS Draw* офіційно безкоштовна частина хімічного офісу для зображення хімічних формул (разом з *ISIS Base* – платною програмою створення електронних баз сполук). Програма має функції автоматичного обчислення бруто-формули молекули сполуки за структурною формулою (для органічних сполук), обчислення молекулярної маси, масо-

вої частини елемента у сполучі та інші. Бібліотека шаблонів дозволяє досить швидко конструювати достатньо складні молекули і зображати атомні і молекулярні орбіталі. Зображення формул і хімічних реакцій легко вставляються у текстові редактори, у тому числі і у Microsoft Word будь-яких версій, що досить давно здобуло популярність програмі як серед професійних хіміків так і серед учнів. Інтерфейс програми англійський, заміна мови відбувається завдяки додаткам, що завантажуються окремо.

- Symux Draw 3.1 програма створена по зразку *ISIS Draw*. Крім перелічених можливостей останньої у *Symux* додано функції автоматичної генерації назви органічних сполук за номенклатурою IUPAC та можливість створювати шаблони і легко додавати їх до панелі завдань. Програма вільно поширюється, інтерфейс – англійський, заміна мови відбувається завдяки додаткам, що завантажуються окремо.
- EquPixy 3.1 не є самостійною програмою. Це лише безкоштовна надбудова до текстового редактору Microsoft Word для зручності запису неорганічних хімічних реакцій. Оснащений функцією перевірки правильності написання формул, плагін стане у пригоді при написанні інструктивних карток вчителями і рефератів учнями та студентами.

У мережі Інтернет існують бібліотеки з літературою, програмним забезпеченням та різноманітними допоміжними матеріалами з хімії. Це й електронні підручники і посібники; і відеоматеріали з записами дослідів чи фрагментами навчальних фільмів та ілюстрацією природних явищ хімічного походження; і відео ілюстрації хімічних процесів на виробництві; і звичайні фотографії, статті, нариси, що можуть бути використані для написання доповіді або реферату; і електронні допоміжні засоби (електронні таблиці, ігри тощо) хімічного спрямування. Далі наведено приклади таких бібліотек.

- Сайт *XiMiK* [2] поділений на рубрики за різними напрямками хімії. Там можна знайти матеріали для on-line використання: електронні підручники, енциклопедії, таблиці, ігри, редактори формул та інше.
- *Хімічна бібліотека факультету Промислової технології ліків Санкт-Петербурзької хіміко-фармацевтичної академії* [3] містить понад 400 книжок з хімії та спорідненим спеціальностям відкритим до вільного завантаження у форматах DjVu та PDF. Книги російською мовою розподілені по розділах: історія хімії, окремі хімічні науки, техніка лабораторних робіт, хімічна промисловість та інше. Книги можна порекомендувати, у першу чергу, тим, хто цікавиться поглибленим

вивченням предмету, а також з тим, хто готується до участі у предметних змаганнях.

- *Електронна бібліотека навчальних матеріалів з хімії* сайту «Chem-Net» (Росія) [4] містить розділи з матеріалами для середньої школи і абітурієнтів та окремо для студентів і аспірантів. Відео та мультимедійні матеріали, просторові моделі молекул органічних сполук, електронні підручники та інші цікаві додатки розміщені у бібліотеці у різних форматах і орієнтовані у першу чергу для on-line використання.
- Відеоматеріали із записами хімічних дослідів можна знайти на каналі сервісу YouTube *Simple Science: Проста Наука* - канал фізичних і хімічних відео дослідів на базі приватних відео ресурсів, а також на *Сайті для хіміків – «Toplivo2»* [5].
- *Інтерактивний мультимедійний підручник «Органічна хімія»* [6] (російською мовою) призначений для школярів, яким пропонуються різноманітні навчальні матеріали з картинками і вбудованими відеофрагментами в режимі on-line.

1. <http://super-chemistry.narod.ru/Structures.html>

2. <http://www.xumuk.ru>

3. [http://fptl.ru/Chem%20block\\_Biblioteka.html](http://fptl.ru/Chem%20block_Biblioteka.html)

4. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

5. <http://toplivo2.ru/?cat=7>

6. <http://www.chemistry.ssu.samara.ru/>

## Предметний покажчик

**А**

Абсолютний спирт, 34  
 Агент електрофільний, 71  
 Агент нуклеофільний, 71  
 Адреналін, 34  
 Азотисті основи, 101  
 Акрил, 93  
 Акрилонітрил, 93  
 Алканів галогенопохідні, 67  
 Альдози, 108  
 Аміни, 30, 37  
 Анальгін, 116  
 Анілін, 38  
 Аномерія, 109  
 Аскорбінова кислота. *Див.*  
*Вітамін С*  
 Аспірин, 115  
 Атом Карбону асиметричний, 19  
 Ацетатне волокно, 88  
 Ацетилсаліцилова кислота. *Див.*  
*Аспірин*  
 Ацетон, 27  
 Ацилювання за Фриделем-Крафтсом, 70

**Б**

Бензин, 53  
 Білки, 99  
 Біогеохімія, 45  
 Біосфера, 45

**В**

Валідол, 117  
 Винний спирт, 27, 32  
 Виноградний цукор. *Див.* Глюкоза  
 Вітамін Е, 107, 108  
 Вітамін А, 107  
 Вітамін Н, 118  
 Вітамін росту. *Див.* Вітамін А  
 Вітамін С, 106

Вітаміни, 106  
 Волокно бамбукове, 90  
 Вуглеводи, 104  
 Вуглеводів класифікація, 108  
 Вуглеводнів ізомерія, 108  
 Вулканізація каучуку, 78

**Г**

Газифікація вугілля, 58  
 Гемодез, 118  
 Генераторний газ, 58  
 Гіпотеза наукова, 8  
 Гліцерин, 32  
 Гліцериновий альдегід, 109  
 Глюкоза, 104  
 Гутаперча, 80

**Д**

Деревний спирт, 23, 31  
 Діастеромерія, 109  
 Діетиловий ефір, 35  
 ДНК, 101  
 Дротаверина гідрохлорид. *Див.*  
*Но-шпа*

**Е**

Емпірична формула, 14  
 Енергія атомна, 65  
 Естери (складні ефіри), 42  
 Етанол, 32  
 Етиленгліколь, 32  
 Етиловий спирт, 32  
 Е-числа, 111

**Ж**

Жири, 99

**З**

Замісники алкільні, 33  
 Зв'язок амідний, 91

**I**

Ізомерія, 18  
 Ізомерія положення  
     функціональної групи, 19  
 Ізомерія просторова, 19  
 Ізомерія функціональної групи, 19  
 Індуктивний ефект, 15

**К**

Калію фталімід, 70  
 Кам'яне вугілля, 57  
 Кам'яновугільна смола, 57  
 Капрон, 91  
 Карбамінова кислота, 43  
 Карболова кислота, 33  
 Карбонові кислоти, 30  
 Карбонові кислоти, 39  
 Каталітичний крекінг, 54  
 Каучуки, 78  
 Кетози, 108  
 Кислота олеїнова, 99  
 Кислота пальмітінова, 99  
 Кислота стеаринова, 99  
 Кислоти Л'юїса, 70  
 Клітковина, 106  
 Кокс, 57  
 Коксовий газ, 57  
 Контракція, 34  
 Крохмаль, 105

**Л**

Лавсан, 92  
 Лактами, 118  
 Лактони, 118  
 Ліоцелл, 87

**М**

Магнійорганічні сполуки. *Див.*  
     *Реактиви Грін'яра*  
 Мазут, 53  
 Мезомерний ефект, 16  
 Ментол, 117  
 Метамізол натрію, 116  
 Метанол, 31

174

Метиловий спирт, 31  
 Мило, 129

**Н**

Науковий факт, 8  
 Наукові поняття, 9  
 Наукові терміни, 9  
 Нафта, 52  
 Нітрили, 69  
 Но-шпа, 117  
 Ношпальгин, 117

**О**

Оксозолідин, 118  
 Оптична ізомерія, 19  
 Основи Шиффа, 126  
 Оцтова кислота, 40

**П**

Паливо, 60  
 Паливо альтернативне, 61  
 Парацетамол, 116  
 ПВП (полівінілпіролідон-2), 118  
 Піразолон, 116  
 Пірокатехін, 34  
 Пірол, 117  
 Піролідин, 117  
 Плодовий цукор. *Див. Фруктоза*  
 Побутова хімія, 128  
 Поверхнево активні речовини  
     (ПАР), 129  
 Полівінілхлорид (ПВХ), 75  
 Поліетилен, 72  
 Поліетилентерефталат. *Див.*  
     *лавсан*  
 Поліконденсація, 72  
 Полімери нерегулярної будови,  
     79  
 Полімери регулярної будови, 79  
 Полімеризація, 72  
 Полінуклеотиди, 101  
 Правило Зайцева, 70  
 Принцип компліментарності, 101  
 Природний газ, 51

Проба Бейльштейна, 75  
Проблема наукова, 8  
Проекції Коллі-Коленса, 109  
Пурген. *Див. Фенолфталеїн*

## Р

Раціональна номенклатура, 26  
Реактиви Грін'яра, 71  
Реакція Вюрца, 69  
Реакція Габріеля, 70  
Реакція Коновалова, 68  
Реакція радикально-ланцюгова, 68  
Ретинол. *Див. Вітамін А*  
Рибоза, 101  
РНК, 101

## С

Сечовина, 43  
Синтетичні лікарські препарати, 115  
Сира нафта, 52  
Склування полімерів, 79  
Сорбітол (сорбіт), 33  
Спирт алліловий, 33  
Спирт бензиловий, 33  
Спирт-денатурат, 31  
Спирти, 30  
Спирти ароматичні, 33  
Структурна ізомерія, 19  
Структурна формула, 14  
Ступінь полімеризації, 73

## Т

Теорія типів, 12  
Теорія будови органічних сполук, 13  
Теорія наукова, 8  
Теорія складних радикалів, 12  
Термічний крекінг, 54

Тефлон, 27  
Тіофен, 23, 118  
Токоферол. *Див. Вітамін Е*  
Триполіфосфати (ТПФ), 140

## Ф

Фенол, 33  
Фенолфталеїн, 44  
Фенопласт, 74  
Формули Хеуорса, 109  
Фосген, 43  
Фракції, 52  
Фруктоза, 105  
Фуразолідон, 118  
Фуран, 118

## Х

Харчовими добавками, 111  
Хімічна номенклатура, 22  
Хіральність, 19  
Холестерин, 102

## Ц

Целюлоза, 105  
Целюлози ксантогенат, 89  
Циклогексанол, 33  
Цикло-оксо-таутомерія, 108  
Цис-, транс-ізомерія, 19



